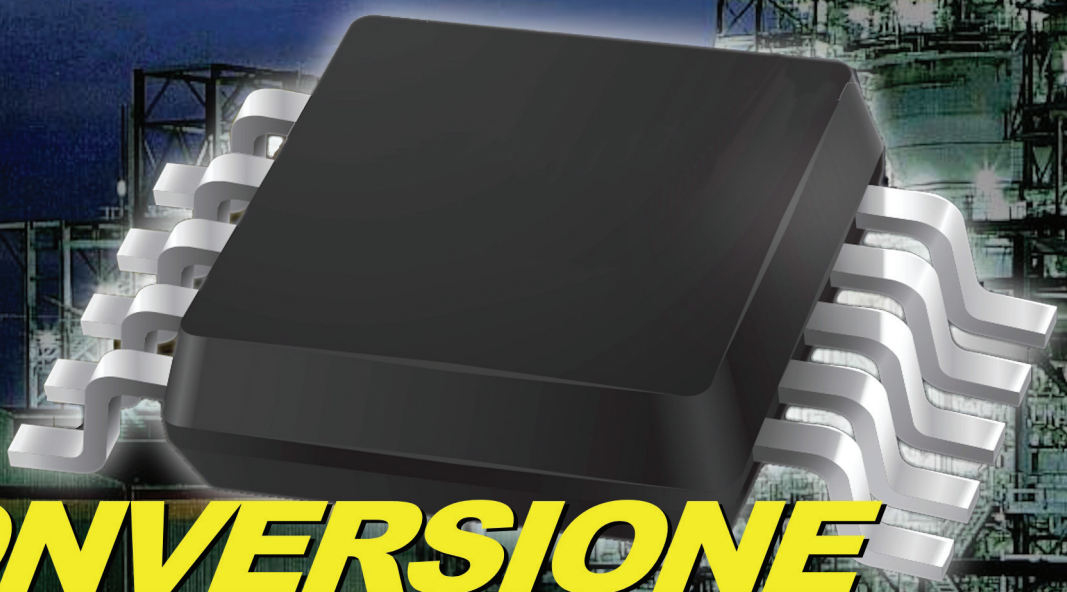
fare elettronica
n.351 - Gennaio 2015

leggi Fare Elettronica su
IE cloud
www.ie-cloud.it

primi passi in VHDL con FPGA board



CONVERSIONE Analogico-Digitale

Circuiti di condizionamento

Sistema di controllo motore
Controllo remoto via radio
Conversione RS232-RS485

Fare Elettronica n.351 – Gennaio 2015

SOMMARIO

Circuito di condizionamento per il sensore AD590 *pag.3*
Nei sistemi di controllo alcune volte è necessario interporre un circuito di condizionamento tra sensore e microcontrollore o microprocessore, questo si verifica quando la grandezza in uscita dal sensore non è compatibile con quella di ingresso del convertitore ADC(tensione). Nel caso di grandezze fisiche come la temperatura, parleremo di segnali lentamente variabili nel tempo, in quanto il tempo di variazione della grandezza fisica risulta molto maggiore del tempo impiegato dal convertitore ADC nella conversione.

FPGA BOARD: Primi passi in VHDL *pag.11*
Nei precedenti articoli abbiamo visto come si presenta una tipica struttura in linguaggio vhdl relativa alla BOARD FPGA presentata. Questo articolo costituisce la fase finale della presentazione del dispositivo. Nei successivi, verrà approfondito il codice avvalendoci del software Xilinx, del quale è già stato spigato, negli articoli precedenti, come scaricarlo ed installarlo sul proprio PC.

RadioModem *pag.21*
Ecco come realizzare facilmente una coppia di RTX dati che lavorano in seriale e senza difficoltà e che si possono integrare in un sistema embedded. Un'ottima soluzione per il controllo a distanza dei dispositivi.

Conversione RS232/RS485 *pag.38*
Lo standard RS232, l'RS485 la loro coesistenza, la conversione da uno all'altro e i campi d'utilizzo, sono le tematiche che verranno affrontate all'interno del testo seguente, cercando di aiutare il lettore non esperto in materia nella scelta del proprio protocollo di comunicazione ideale, e nel caso fosse necessario anche convertire da una versione all'altra.

Controllo motore *pag.45*
Questo articolo descrive come realizzare un controllo di range elettrico utilizzando un circuito elettronico estremamente low-cost. Questa soluzione elimina tutti i problemi che invece presenta una soluzione elettro-meccanica. L'esempio di applicazione è quello di un termostato per fornello elettrico.

NEWS *pag.51*

Controller DC/DC sincrono buck-boost/inverter con ingressi negativi
Cree presenta i LED Extreme High Power che riducono i costi di sistema
Toshiba presenta il nuovo sistema di alimentazione wireless da 10 watt

Fare Elettronica può essere acquistata come rivista in PDF oppure essere ricevuta acquistando una membership. I vantaggi della membership sono di tipo economico (costa quasi come la rivista) ma in più si accede in anteprima agli articoli, a molti contenuti premium e tutti i numeri precedenti di Fare Elettronica.

SCOPRI DI PIU'

Circuito di condizionamento per il sensore AD590

(PRIMA PARTE)

di Alberto Trasimeni

Nei sistemi di controllo alcune volte è necessario interporre un circuito di condizionamento tra sensore e microcontrollore o microprocessore, questo si verifica quando la grandezza in uscita dal sensore non è compatibile con quella di ingresso del convertitore ADC(tensione). Nel caso di grandezze fisiche come la temperatura, parleremo di segnali lentamente variabili nel tempo, in quanto il tempo di variazione della grandezza fisica risulta molto maggiore del tempo impiegato dal convertitore ADC nella conversione.

L'articolo deriva dalle lezioni di Sistemi di Controllo Automatici da me impartite alla classe 5BE dell'istituto tecnico tecnologico "Alessandro Volta" di Perugia a cui la classe ha partecipato attivamente sia nella fase del progetto teorico che in quella di simulazione ed infine in quella realizzativa. Vediamo ora come nei sistemi automatici da un punto di vista teorico può essere condotto il processo di acquisizione dati riferito alle grandezze fisiche da controllare. La figura 1 mostra lo schema a blocchi semplificato del processo di acquisizione.

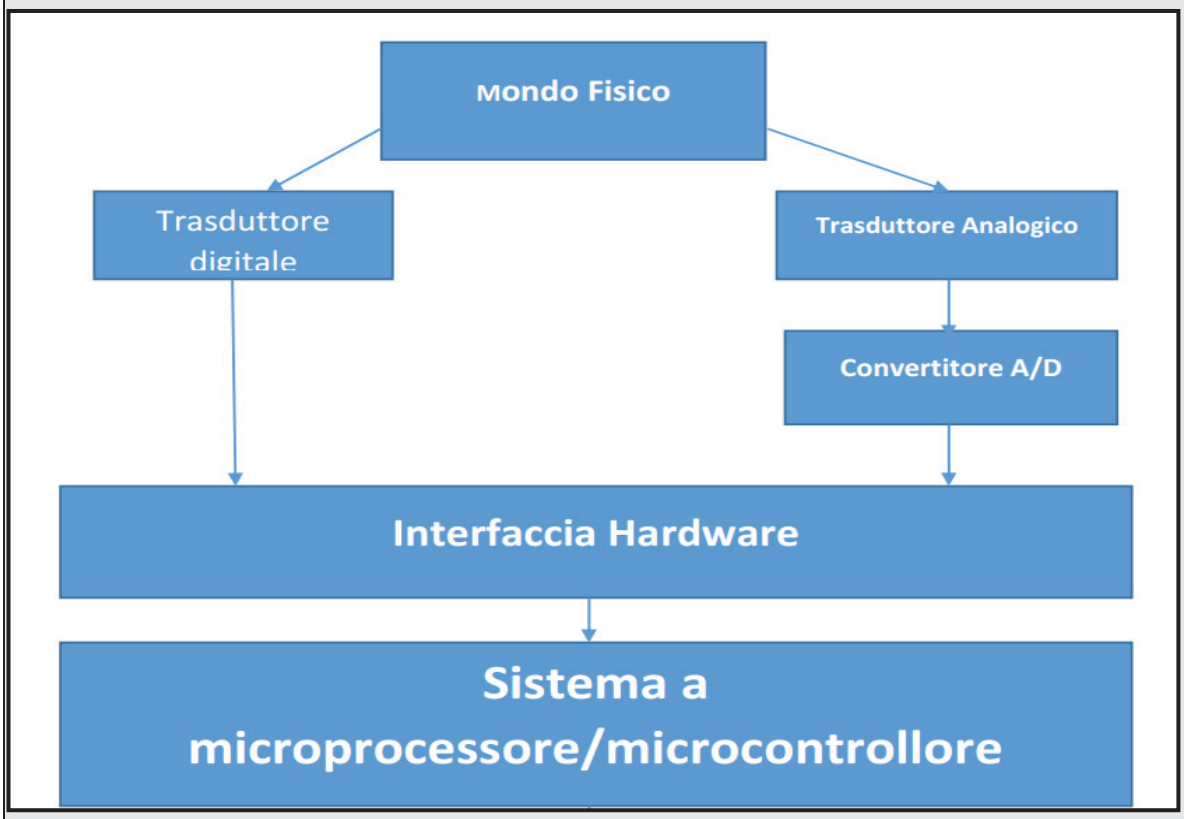


Figura 1: schema a blocchi semplificato dell'acquisizione

La figura 1 riporta la struttura di un sistema di acquisizione dati esso è costituito da tre parti fondamentali:

- sottosistema di misura o di acquisizione dati.
- Interfaccia Hardware di comunicazione nel caso di convertitore ADC esterno oppure come adattatore di livello nel caso di sensori digitali che a volte sono alimentati con tensioni inferiori ai 5v.
- sottosistema di controllo.

Il sottosistema di misura o di acquisizione dati a contatto con il mondo fisico è in grado di rilevare, per mezzo di opportuni sensori o trasduttori le variazioni delle grandezze fisiche interessate, quali la temperatura, la velocità, l'umidità, la pressione, ecc.

Il sottosistema di controllo esegue le operazioni di memorizzazione e di elaborazione dei dati acquisiti dal sottosistema di misura ed è costituito da un sistema in logica programmabile(microcontrollore o microprocessore).

Lo schema a blocchi del sottosistema di misura è riportato in figura 2.

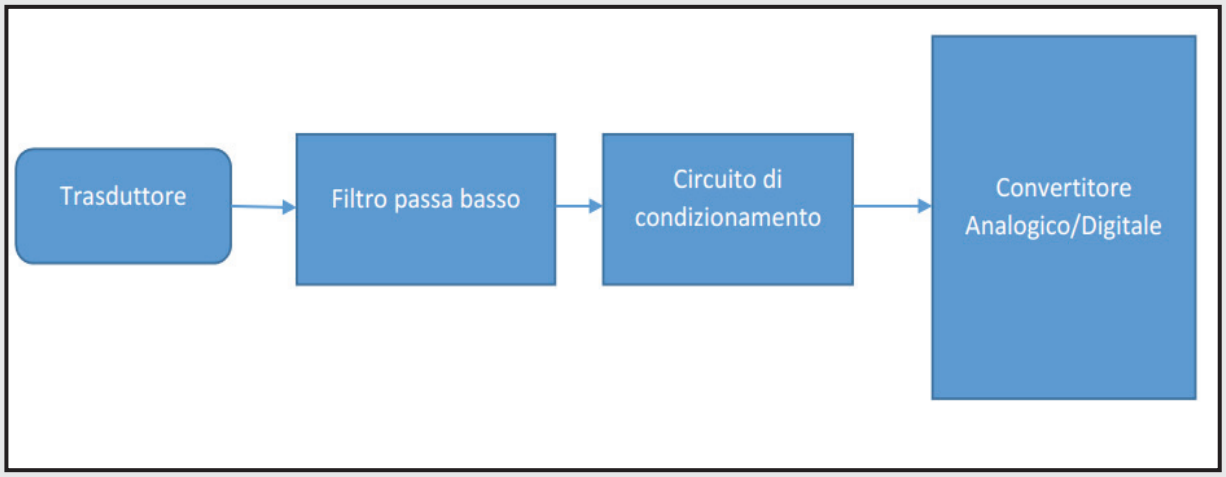


Figura 2: Sottosistema di misura

Il sottosistema di misura rappresentato nello schema precedente è composto da:

- circuito di trasduzione che trasforma la grandezza fisica generata dal rivelatore in esso presente, in un segnale elettrico ,generalmente tensione o corrente ad essa proporzionale(non sempre).
- circuito di condizionamento provvede ad amplificare, adattare e filtrare, ed eventualmente linearizzare(metodo dei minimi quadrati) la grandezza elettrica presente all'uscita del circuito di trasduzione.
- convertitore analogico digitale (A/D) rappresenta un dispositivo elettronico in grado di trasformare il segnale analogico in uscita dal circuito di condizionamento, in un segnale digitale adatto ad essere acquisito, memorizzato ed elaborato, dal sottosistema di controllo.

Vediamo ora le caratteristiche generali del sensore di temperatura AD590,che possono essere così sintetizzate:

1. Sensore lineare che fornisce in uscita un 1µa per ogni grado Kelvin di temperatura.
2. Range di misura della temperatura da -55C° a 150 C°.
3. Calibrazione a laser con una precisione di +/- 0.5C°.
4. Eccellente linearità di +/- 0.3C° su tutto il range di misura della temperatura.
5. Ampia gamma di tensioni di alimentazione da +4v a +30v.
6. Sensore con case isolato
7. Basso costo.

Dal momento che in uscita dal dispositivo abbiamo un corrente di 1µa per grado Kelvin sarà necessario esprimere la tale corrente in gradi Celsius, per far ciò useremo formule di conversione della temperatura riportate in figura 3.

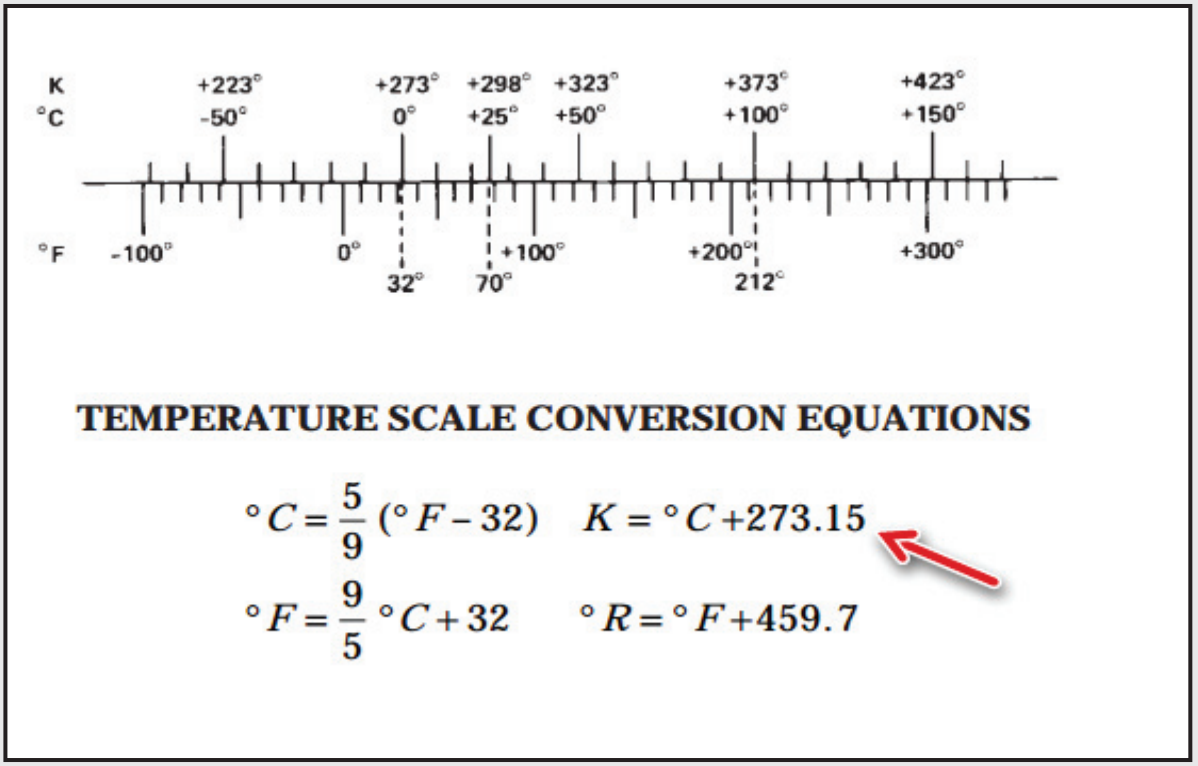


Figura 3: Formule di conversione della temperatura

Trasformando la temperatura da gradi Kelvin a gradi Celsius, per la corrente di uscita in funzione della temperatura avremo:

$$I(T°)=1\mu a*T°+ I_o \text{ con } (I_o=0{,}273ma)\ [I]\ (1)$$

Il termine I_o rappresenta la corrente fornita dal dispositivo allo 0C°.E' necessario per tale sensore utilizzare un circuito di condizionamento dal momento che la grandezza elettrica di uscita non è compatibile con quella di ingresso del convertitore ADC che possiede un ingresso in tensione. La Analog Device fornisce un semplice circuito per quanto concerne la trasformazione della I(T) in V(T) ed è rappresentato in figura 4.

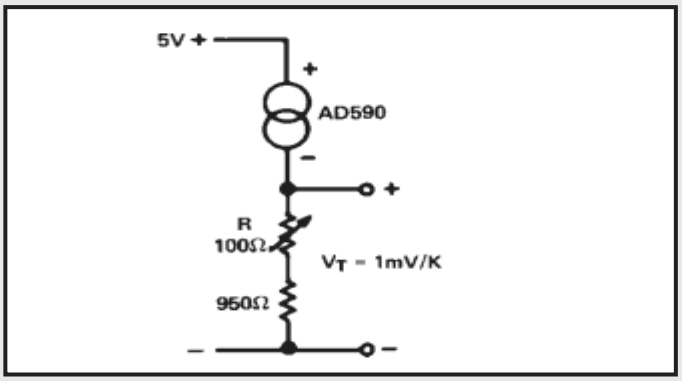


Figura4:Circuito per la trasformazione I(T) in V(T)

Come si nota la tensione di alimentazione coincide con il valore della alimentazione che generalmente è usata nei sistemi a microcontrollore/microprocessore. La resistenza da 960Ω impiegata deve essere di precisione, così come il potenziometro collegato a reostato dovrà essere ti tipo cermet multigiri. Il circuito che impiegheremo, pur essendo derivato dall'esempio precedente, utilizzerà una resistenza da 9.53K(1%) ed un potenziometro da 680Ω, in quanto si vuole ottenere anziché 1mv per grado Celsius 10mv sempre per grado Celsius. Ciò è dovuto alla necessità di misurare la temperatura al decimo di grado(il Pic che impiegheremo possiede un quanto da 1mv). Lo schema del circuito di condizionamento completo è riportato in figura 5.

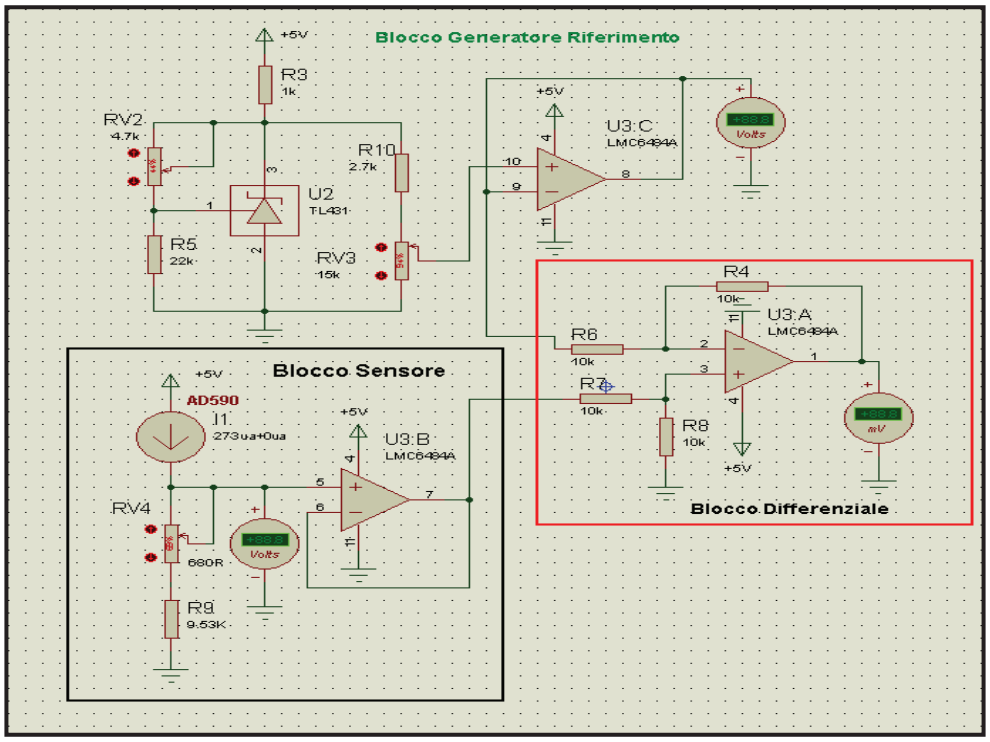


Figura 5: Circuito di condizionamento

Si nota che il circuito di condizionamento è costituito da tre blocchi ed esattamente:

1. Blocco sensore(AD590) con relativo buffer di disaccoppiamento rispetto all'amplificatore differenziale.
2. Blocco generatore di tensione di riferimento(TL431) con relativo buffer.
3. Amplificatore differenziale bilanciato a guadagno unitario.

La tensione in uscita dal buffer del blocco sensore è data dalla seguente relazione:

$$V(T)=(R9+RV4)I(T)=10*10^{-3}*T+2.73V \quad [V] \quad (2)$$

la tensione di 2.73V rappresenta il valore di tensione in uscita dal buffer(del blocco sensore) alla temperatura di 0° gradi Celsius. Volendo misurare la temperatura nel range del sensore(-55C°÷150C°) sarà necessario ridurre i 2.73V, per questo ci serviremo generatore di tensione di riferimento e dell'amplificatore differenziale. Per determinare di quanto è necessario diminuire i 2.73V, per misurare la temperatura a partire da -55 °C, dovremo imporre che la tensione V'(T=-55C°) sia uguale a 0.A tal fine consideriamo la seguente equazione:

$$V'(T=-55C°)=10*10^{-3}(-55)+2.73-X=0 \quad [V]$$

facendo semplici passaggi matematici possiamo ricavare il valore di X che risulterà di 2.18V,che deve essere la tensione di uscita dal buffer del blocco generatore di tensione di riferimento. Considerando che l'amplificatore differenziale risulta bilanciato e a guadagno unitario, l'espressione della tensione in funzione della temperatura, che si troverà in ingresso al convertitore analogico digitale del Pic è data dalla relazione:

$$V_{ADC}(T)=V(T)-2.18V=10*10^{-3}*T+0.550 \quad [V]$$

Infatti imponendo che $V_{ADC}(T)=0$ otterremo una, temperatura di T=-55C°.Ci resta ora da dimensionare il blocco generatore di tensione di riferimento. Il TL431 risulta uno zener programmabile la cui tensione minima ottenibile tra anodo e catodo è V_{AK}=2.5V e la massima di 36V.Inoltre possiede una bassa impedenza di uscita di 0.2Ω ed una corrente assorbita per il suo funzionamento compresa nell'intervallo 1ma÷100ma.La relazione che permette di determinare la tensione V_{AK}(vedi datasheet) e data da:

$$V_{AK}=V_{REF}(1+R1/R2)+I_{REF}*R1 \quad \text{con } V_{REF}=2.5V$$

Possiamo trascurare, senza commettere errori, il termine I_{REF}*R1 e quindi risulta:

$$V_{AK}=V_{REF}(1+R1/R2)$$

facendo riferimento alla figura 5 si nota che R1=RV2,R2=R5.Ora volendo una tensione V_{AK}=2.73V è facile calcolare R1 ed R2,infatti avremo:

$$2.73=2.5(1+R1/R2)$$
$$R1=(2,73/2.5 -1)*R2$$

Posto R2=22KΩ la resistenza R1 risulterà di 2.2KΩ.Utilizzeremo(come da figura 5) un potenziometro chiuso a reostato di 4.7KΩ per avere una migliore regolazione sulla V_{AK}. Per calcolare la R3(figura 5) che determina la corrente dello zener, imponiamo una corrente I_Z=2.27ma in tali condizioni la R3 sarà data da:

R3=(Vcc-2.73)/2.27ma=1KΩ con Vcc=5V

Resta ora da partizionare la tensione V_{AK} per di avere una tensione in uscita dal buffer del blocco generatore di riferimento, di 2.18V,utilizzeremo a tal fine le resistenze R10 ed RV3(potenziometro chiuso a reostato) che dovranno risultare rispettivamente di 2.7KΩ e 15KΩ. Per quanto riguarda l'amplificatore differenziale, affinché questo risulti bilanciato e a guadagno unitario, sarà sufficiente imporre che le resistenze(vedi figura 5) R4,R6,R7,R8 risultino tutte uguali e di valore pari a 10KΩ.Per realizzare i due buffer(blocco sensore, blocco generatore di riferimento) e l'amplificatore differenziale, è stato usato l'operazionale LMC6484A in quanto può essere alimentato in modo single, inoltre essendo del tipo Rail to Rail garantisce che la tensione di uscita aggancia le rispettive tensioni di alimentazione. Prima di discutere il progetto software di gestione del sensore voglio far presente che il circuito deve essere tarato, per questo è necessario effettuare le seguenti operazioni:

1. Regolare la resistenza RV2 in modo che la tensione V_{AK} risulti 2.73V
2. Regolare la resistenza RV3 in modo che la tensione in uscita dal buffer sia 2.18V
3. Tarare la sonda termica AD590 a 0 C°, le operazioni necessarie sono riportate nelle figure 6 e 7.

Figura 6: Operazioni per la taratura AD590

Figura7: Operazioni per la taratura AD590

Correlazione tra le grandezze nel circuito di condizionamento

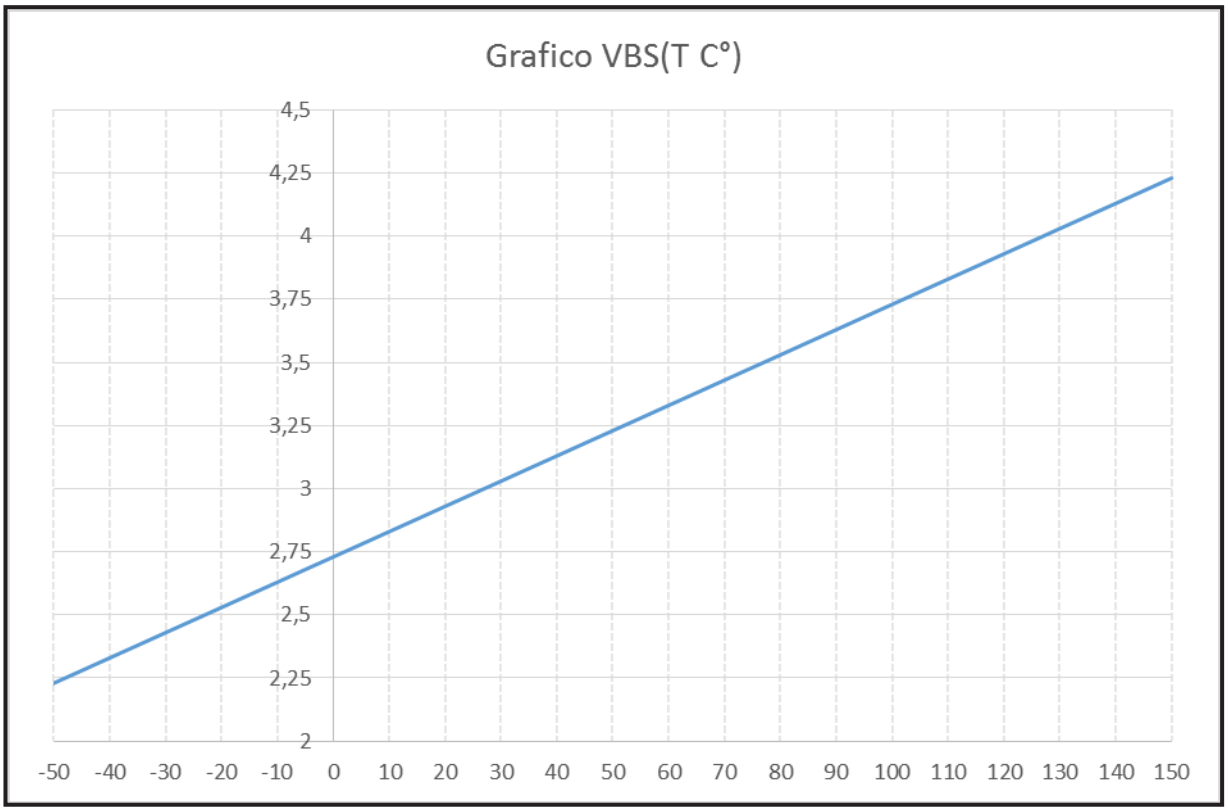
T=-55°C	T=0 C°	T=150 C°
V_{Grif}=2.18V		V_{Grif}=2.18V
V_{BS}=2.18V	V_{BS}=2.73V	V_{BS}=4.23V
V_{Dif}=0V	V_{Diff}=554mV	V_{Diff}=2.05V

Le grandezze correlate rispetto alla temperatura sono:

1) V_{Grif} tensione in uscita dal buffer del blocco generatore di tensione di riferimento.
2) V_{BS} tensione in uscita dal buffer del blocco sensore.
3) V_{Diff} tensione in uscita dal blocco differenziale(ingresso del convertitore ADC del PIC).

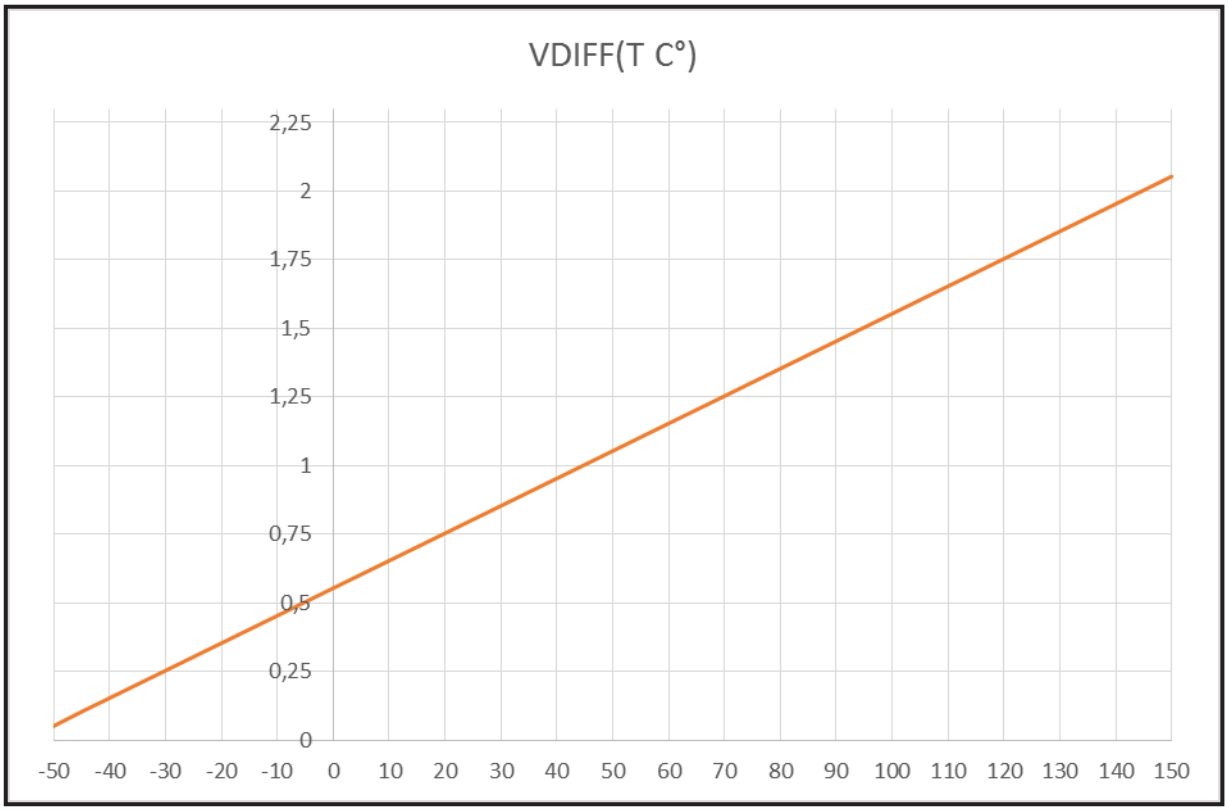
I grafici sono stati realizzati mediante il foglio elettronico Excel 2013.

Grafico n°1



Andamento della tensione del blocco sensore in funzione della temperatura

Grafico n° 2



Andamento della tensione del blocco differenziale in funzione della temperatura

Riferimenti Web:

http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD590.pdf

https://www.fairchildsemi.com/datasheets/TL/TL431.pdf

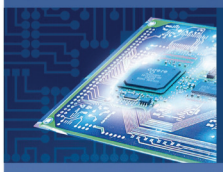
http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmc6484.pdf

http://www.labcenter.com/index.cfm

THE ORIGINAL SINCE 1994
PCB-POOL®
Beta LAYOUT

PCB prototipi e piccole serie

Servizio puntuale o gratuito
Tempi di consegna a partire da 8 ore



Servizio di assemblaggio
Anche a partire da un solo componente

e-mail: info@pcb-pool.com

www.pcb-pool.com

PCB-POOL® è un marchio registrato di Beta LAYOUT GmbH

25 YEARS Beta LAYOUT
create : electronics

eSTORE®
Beta LAYOUT

Realizzazione, montaggio, saldatura

€ 444,00

Anniversario Reflow Kit V3

Iteaduino Leonardo V1.0, compatible

€ 18,60

Lampeggiatore 6 LED

€ 6,00

Frequenzimetro universale, 2,7 GHZ, com interfaccia RS-232C

€ 362,95

Toolkit Extended

€ 149,00

eSTORE® è un marchio registrato di Beta LAYOUT GmbH

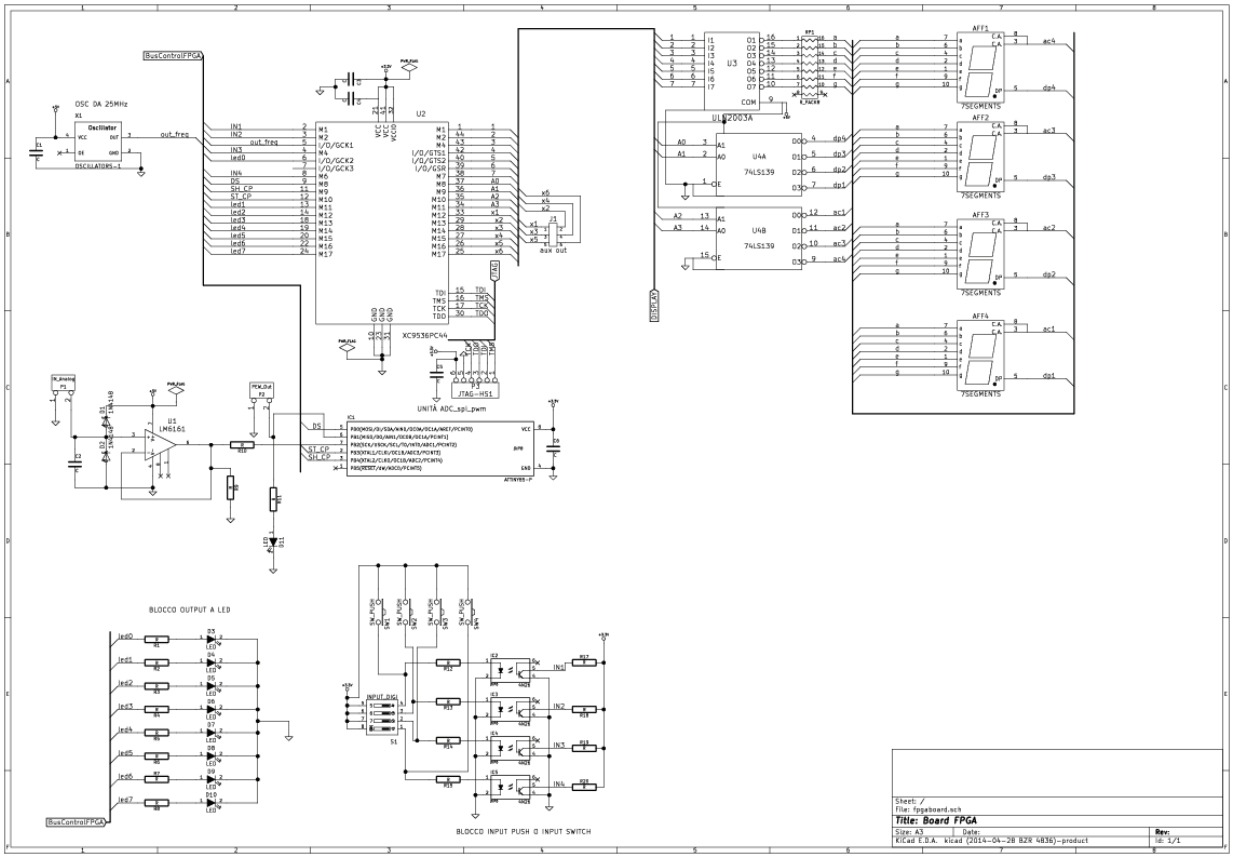
www.beta-eSTORE.com

25 YEARS Beta LAYOUT
create : electronics

FPGA BOARD: Primi passi in VHDL

Di Massimiliano Miocchi

Nei precedenti articoli abbiamo visto come si presenta una tipica struttura in linguaggio vhdl relativa alla BOARD FPGA presentata. Questo articolo costituisce la fase finale della presentazione del dispositivo. Nei successivi, verrà approfondito il codice avvalendoci del software Xilinx, del quale è già stato spigato, negli articoli precedenti, come scaricarlo ed installarlo sul proprio PC.
Prima di iniziare è utile rivedere il progetto della BOARD CPLD nel suo complesso:



Per chi volesse cimentarsi nella sua realizzazione, tenga presente che l'alimentazione per i 3.3V e i +5V vanno ricavati da un alimentatore esterno. Per semplicità circuitale, la sezione di alimentazione è stato omessa nello schema elettrico.
Negli articoli precedenti sono state analizzate e descritte tutte le sezioni, nel presente verrà esaminato il linguaggio vhdl utilizzando la scheda stessa come piattaforma di sviluppo e verifica.

PRIMIZIE DEL LINGUAGGIO VHDL

Questo linguaggio, perché è di questo che si tratta, ha la peculiarità di descrivere l'hardware di una macchina a stati finiti, questo vuol dire che ciò che andremo a realizzare con questo linguaggio, esempi semplici ma efficaci, è una combinazione di logica combinatoria e sequenziale capace di rispondere alle esigenze che ci siamo posti nel progetto. Non bisogna confondere il linguaggio VHDL con altri linguaggi di programmazione come ad esempio il C. Premesso ciò ripercorriamo un po' di teoria, su come si presenta una struttura tipica di un programma scritto in VHDL.

Il VHDL ha la fama di essere un linguaggio piuttosto complicato. In effetti non è di immediata comprensione, quindi è bene armarsi di pazienza e voglia di fare, e non

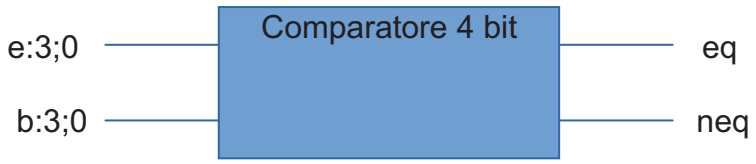
scoraggiarsi qualora si incontrassero le prime difficoltà.
Un tipico programma in VHDL è costituito da due blocchi fondamentali, il blocco Entità e il blocco Architetture.
La descrizione VHDL di un sistema deve includere:
• una definizione di entità, in cui si definiscono i terminali di ingresso/uscita del sistema
• una descrizione dell'architettura, in cui si descrive la funzionalità del sistema.
Ecco una struttura di questo tipo:

```
1.  -- Descrizione VHDL di un comparatore a 4 bit
2.  entity eqcomp is
3.  port (a, b: in bit_vector (3 downto 0);
4.  eq, neq : out bit);
5.  end eqcomp;
6.
7.  architecture dataflow of eqcomp is
8.  signal aux1 : bit;
9.  begin
10. neq <= not aux1; -- neq attivo basso
11. aux1 <= '1' when (a = b) else '0';
12. eq <= aux1;
13. end dataflow;
```

Come si evince dalla struttura pocanzi esposta, è evidente come nel linguaggio VHDL siano presenti delle parole chiavi, come in tutti i linguaggio, ma la cosa interessante è che in un programma tipo, in VHDL non ci sono particolari convenzioni di formattazione per il file di ingresso. Spazi, caratteri di tabulazione e ritorni a capo sono trattati allo stesso modo. Ad esempio, le linee dalla 10 alla 12 possono essere riscritte nel modo seguente (del tutto equivalente, anche se senz'altro meno leggibile):

```
neq <= not aux1; aux1 <= '1' when (a
 = b) else
 '0'; eq <= aux1;
```

I due trattini (--) in linea 1 introducono un commento. I commenti vengono ignorati dal compilatore ed hanno lo scopo di migliorare la leggibilità del listato. Un commento inizia con due
trattini consecutivi e termina con la fine della linea. Un commento può iniziare in un punto qualsiasi
di una linea, come mostra la linea 10 del listato.
Tornando al listato vediamo che le linee da 2 a 5 descrivono l'interfaccia di ingresso/uscita (I/O) del nostro comparatore, e costituiscono la entity declaration. Il nome della entity, eqcomp in questo esempio, è definito in linea 2. Le linee 3 e 4 riportano l'elenco ed il tipo dei terminali di I/O (port). Nel nostro caso abbiamo due terminali di ingresso, denominati a e b, che sono vettori di bit. Ogni elemento del vettore, ad esempio a(2), è un bit e può assumere i due valori '0' ed '1' (si noti l'utilizzo degli apici, vedi, ad esempio, la linea 11 del listato). La entity del listato possiede due uscite di tipo bit, denominate eq ed neq.
Una dichiarazione di entità è analoga ad un simbolo in uno schema a blocchi, in cui si identificano il nome dell'elemento ed i punti di collegamento con altri elementi dello schema a blocchi.



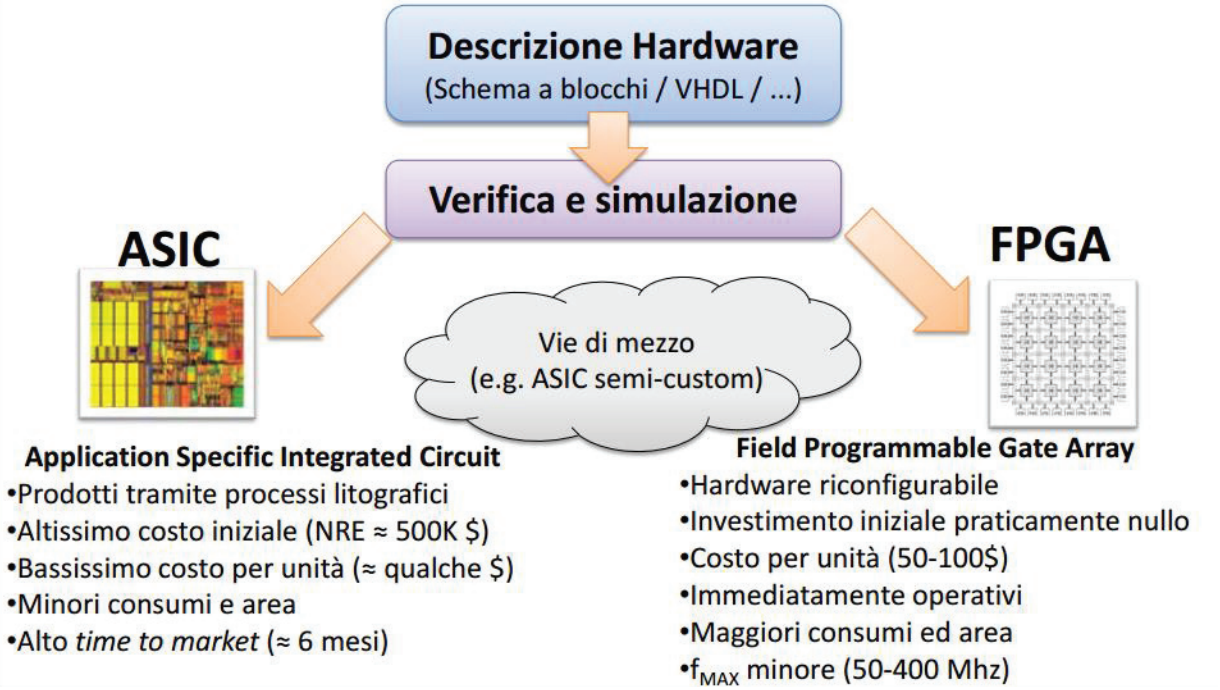
Le linee da 7 a 13 nel listato rappresentano la descrizione dell'architettura, in cui si descrive il funzionamento della entità. La descrizione dell'architettura inizia in linea 7, in cui si definiscono il nome dell'architettura (dataflow in questo esempio) e l'entità a cui l'architettura si riferisce. La linea 8 del listato rappresenta la parte dichiarativa dell'architettura, utilizzata, in questo caso, per definire un segnale interno denominato aux1. Il funzionamento dell'entità eqcomp viene descritto, dopo la parola chiave begin in linea 8, mediante tre operazioni di assegnazione (il simbolo di assegnazione è <=). In linea 11 l'operatore di comparazione (il simbolo =) e il costrutto when...else vengono utilizzati per assegnare il valore '1' al segnale aux1 quando a è uguale a b, ed il valore '0' altrimenti. Si noti che l'operatore di comparazione è vettoriale: si comparano fra di loro a(3) e b(3), a(2) e b(2) e così via. In linea 12 il valore di aux1 viene assegnato all'uscita eq, mentre in linea 10 il negato di aux1 (e quindi il negato di eq) viene assegnato all'uscita neq.
Notiamo dal listato come nella descrizione dell'entità è dichiarato anche il tipo di ingresso e uscita, ovvero i diversi modi con cui possiamo definire il tipo di collegamento a livello logico interconnesso all'interno della FPGA o CPLD al relativo blocco logico. Il modo descrive la direzione con la quale i dati possono essere trasferiti attraverso un terminale di ingresso o di uscita. I modi previsti dal VHDL sono 4:

- **IN :** Il terminale è un ingresso per l'entità. Il circuito che pilota il terminale
- (il driver) è esterno all'entità.
- **OUT :** Il terminale è una uscita per l'entità. Il driver è interno all'entità. Il valore di
- un terminale di questo tipo non può essere "letto" all'interno dell'entità.
- **BUFFER :** Il terminale è di uscita, (il driver è interno all'entità) ma il suo valore può
- anche essere "letto" all'interno dell'entità.
- **INOUT :** Il segnale può essere utilizzato sia come ingresso che come uscita (il driver
- può essere sia interno che esterno all'entità)
-

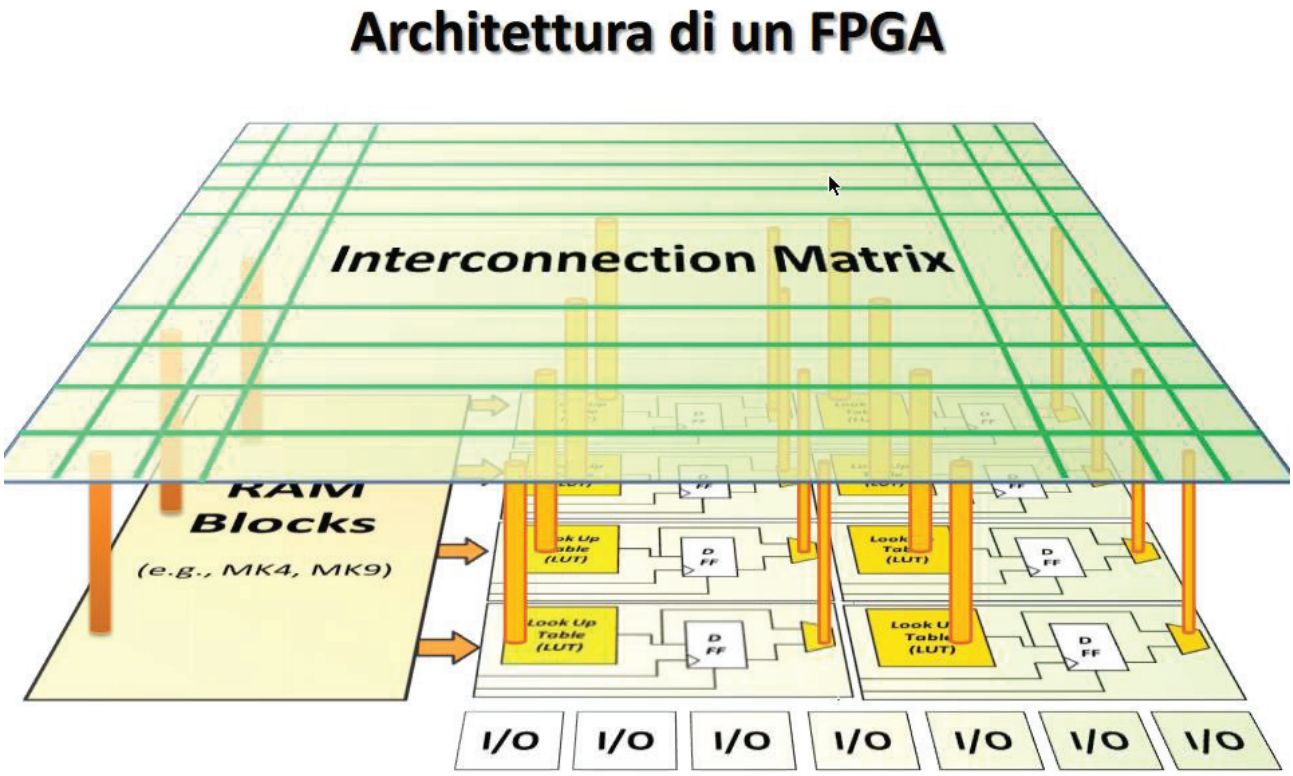
I vantaggi apportati da questo favoloso linguaggio sono molti:

- E' indipendente dalla tecnologia
- Permette di descrivere una grande varietà di hardware digitale a diversi livelli di astrazione
- Permette di usare diverse metodologie di progetto
- Facilita la comunicazione attraverso un linguaggio standard
- Permette una migliore gestione dei progetti
- E' particolarmente versatile
- Ha dato luogo a standard : WAVES, VITAL, Analog VHDL

Possiamo quindi riassumere l'importanza di apprendere ed utilizzare questa tecnologia con una semplice vignetta, che rende molto l'idea:



Una FPGA ma non molto diverse sono le CPLD, sono costituite da moltissimi blocchi e moltissimi gate, la tecnologia per realizzarle è ad alto contenuto elettronico, possiedono una mappatura molto complessa come raffigurato in questa slide:



Un altro aspetto importante, quando ci si accinge alla progettazione di un sistema basato

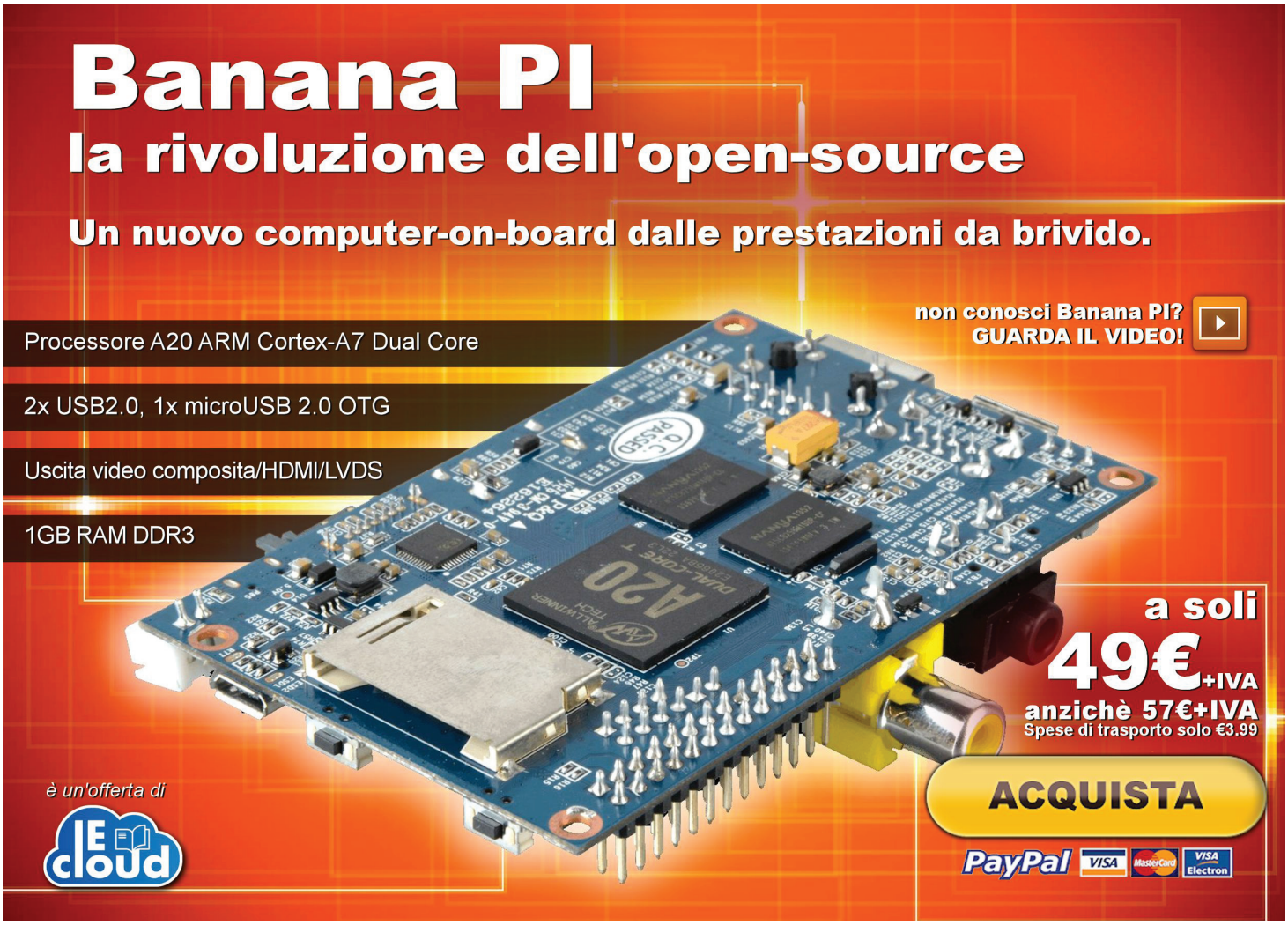
su questa tecnologia, è l'analisi e la sintesi logica.
Nella fase di Analisi e Sintesi il sintetizzatore analizza i costrutti del linguaggio (VHDL), riconosce i template utilizzati e deriva i componenti di alto livello (contatori, multiplexer, decoder …). Sostanzialmente: trasforma il testo in uno schema a blocchi

• Tale rappresentazione, però, non ha una corrispondenza diretta con l'hardware finale, ma solo "funzionale".
• L'hardware viene inferito solo nella fase di Mapping (o Fitting, Place and Route), in cui il sintetizzatore si avvale delle celle logiche dell'FPGA per mappare le funzionalità descritte su hardware reale.
• Il ruolo del progettista è di descrivere cosa va fatto, non come. Es: out <= not(not(not(not(a)))); (NON da luogo ad catena di invertitori)

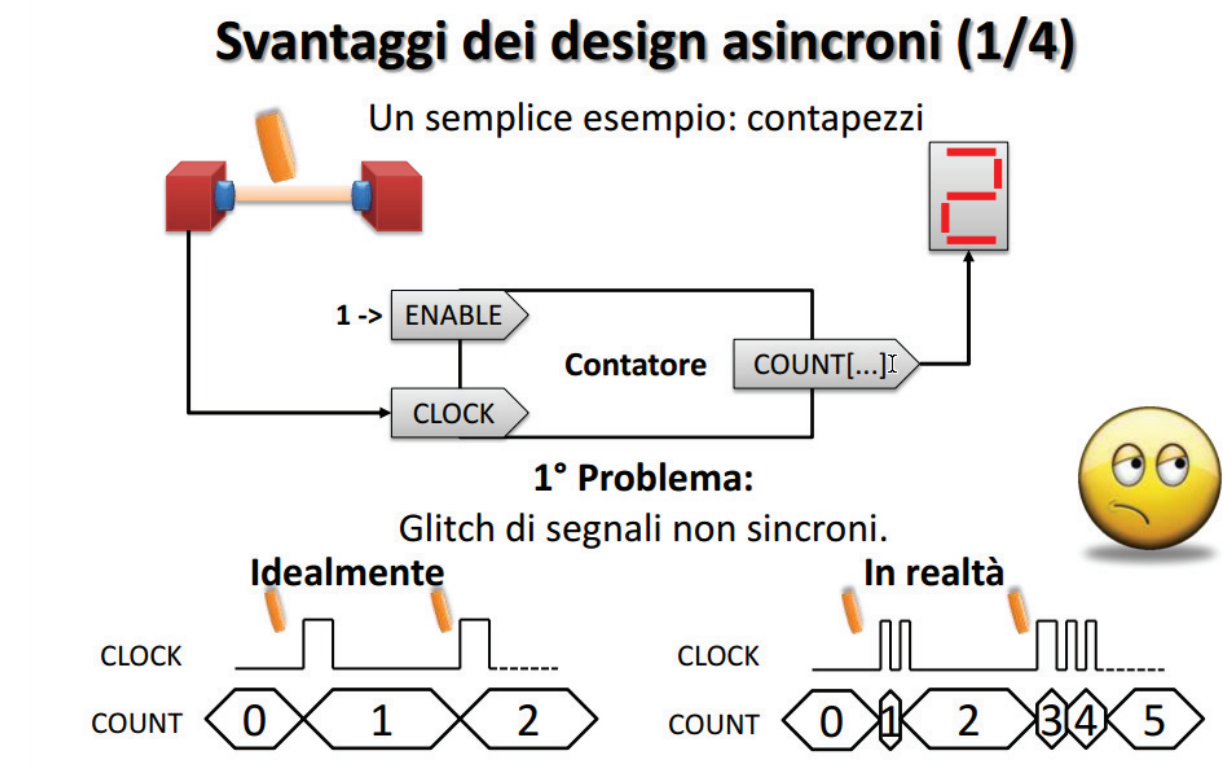
Per meglio comprendere come alcune tecniche vanno utilizzate in modo corretto possiamo fare riferimento a due tipi di Design:

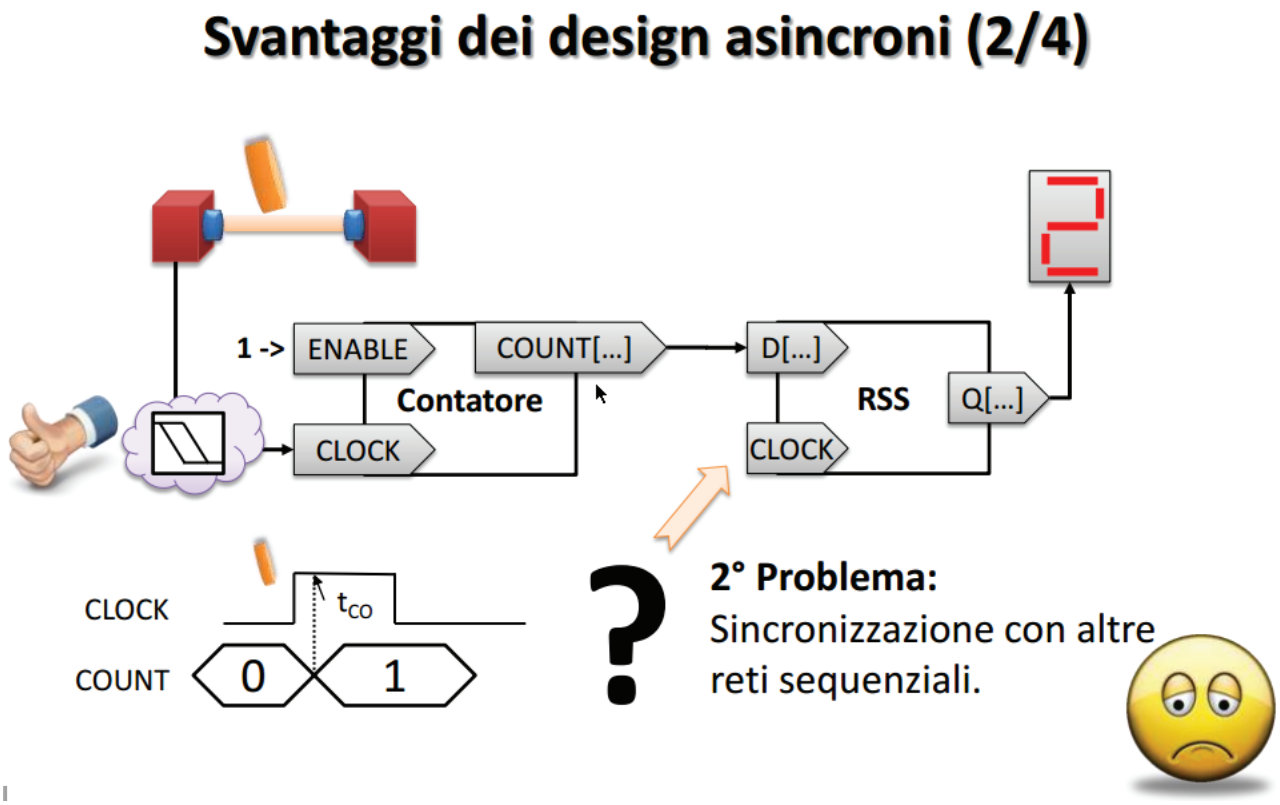
1. Design sincrono
2. Design asincrono

Design sincrono :
Tutta la logica è sincronizzata su un unico segnale di CLOCK (ovvero, tutti i template sincroni usano solo rising_edge(CLOCK))
• Di conseguenza, tutti i segnali (interni) vengono prodotti sui fronti di salita del clock, ed al più subiscono un ritardo per via della logica combinatoria presente tra un registro ed un altro.
• I segnali provenienti dall'esterno dell'FPGA (es: reset, pulsanti di ingresso, …) vanno sincronizzati e portati nel proprio dominio di clock.



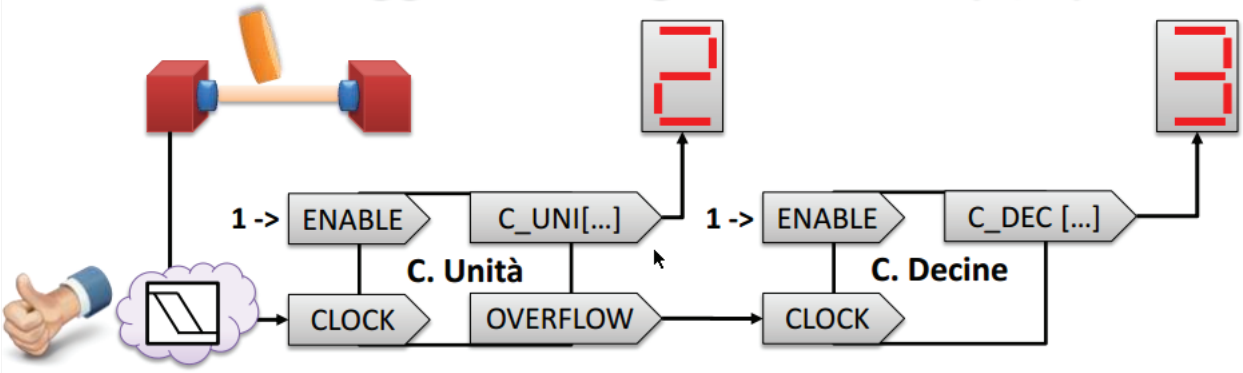
Design Asincroni:

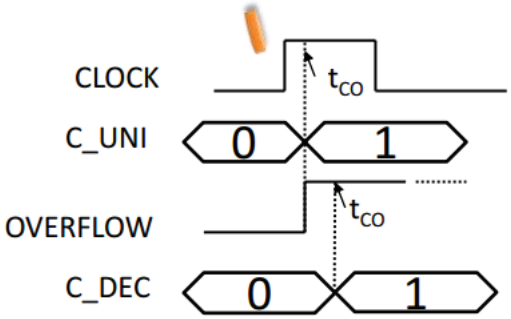




ancora:

Svantaggi dei design asincroni (3/4)





3° Problema:
E' estremamente difficile verificare il rispetto dei vincoli temporali

Svantaggi dei design asincroni (4/4)

4° Problema:
E' sempre possibile minimizzare una qualsiasi funzione combinatoria come una rete a due livelli.

Il processo di fitting (place and route) fa proprio questo : la logica combinatoria viene "mappata" sulle look-up-table delle celle logiche.

Tuttavia la rete che ne deriva si comporta in modo identico solo "a regime", ma può comportarsi differentemente durante i transitori.

Se il design è asincrono (ovvero i FF catturano proprio in occasione i transitori), hanno luogo funzionamenti inaspettati. E non c'è (quasi) niente che possiate fare a riguardo, almeno per quanto riguarda gli FPGA.

Questo è il motivo per cui spesso si hanno seri problemi sviluppando su FPGA tramite schemi a blocchi. Gli schemi a blocchi danno l'illusione di poter realizzare design asincroni utilizzando logica combinatoria arbitraria.

Da queste slide è possibile capire come un problema relativamente semplice come un contatore di pezzi, sia definitivamente complesso se l'approccio progettuale viene fatto senza considerazioni preliminari di natura temporale. Nel 90% dei casi un progetto

realizzato con una FPGA o CPLD ha sempre a che fare con sistemi sincroni, SEMPRE. Riassumendo:

- I design sincroni rappresentano l'unica via agilmente percorribile sugli FPGA.
- Regola molto semplice: tutti i registri campionano sullo stesso CLOCK.
- Garantiscono l'insensibilità ai transitori.
- Sono facilmente verificabili (temporalmente).
- Sono più facili da progettare, una volta entrati nel giusto modo di pensare.

Con questo concludo l'argomento introduttivo, che ci servirà la prossima volta per cominciare a lavorare con i primi esempi nell'uso dei primi blocchi logici di logica combinatoria e sequenziale, per poi arrivare ad implementarli in progetti più complessi. Nella prossima uscita affronteremo in dettaglio come si strutturano e quanti sono i livelli di astrazione nel design hardware di una FPGA.

l'elettronica è qui.

Il nuovo spazio dedicato ai progettisti elettronici e ai makers

IE cloud
www.ie-cloud.it

Il nuovo portale IEcloud mette a disposizione degli utenti numerosi ed interessanti contenuti in tema di elettronica.
Progetti, articoli e news possono essere condivisi nella community e fruiti in tempo reale da tutti i membri.

IEcloud è il portale di riferimento per tutti i professionisti, progettisti, studenti e appassionati di elettronica.

Registrati subito, è GRATIS!

Centinaia di articoli, riviste, ebook, video, pdf sempre a tua disposizione

Una community per condividere i propri progetti o per cercare collaborazioni

Notizie, aggiornamenti ed eventi relativi al mondo dell'elettronica

Un portale fruibile da qualsiasi dispositivo smartphone, tablet o PC

36ª MOSTRA REGIONALE DELL'ELETTRONICA

SCANDIANO • 14/15 FEBBRAIO 2015

(REGGIO EMILIA) CENTRO FIERISTICO

MERCATINO DELLE PULCI RADIOAMATORIALI

TELEFONIA - COMPONENTISTICA
COMPUTER - HI-FI CAR - RADIANTISMO
CB e OM - VIDEOREGISTRAZIONE

COMUNE DI SCANDIANO

ORARI: Sabato 14 Febbraio 9 - 18,30
Domenica 15 Febbraio 9 - 18

INGRESSO euro 7,50 **RIDOTTO** euro 5
GRATUITO per disabili e ragazzi fino a 14 anni

INFO: 0522/764302-857436
www.fierascandiano.it

RadioModem

Ecco come realizzare facilmente una coppia di RTX dati che lavorano in seriale e senza difficoltà e che si possono integrare in un sistema embedded. Un'ottima soluzione per il controllo a distanza dei dispositivi.

Figura 1: i prototipi realizzati

Il Ventesimo secolo sarà ricordato per molti eventi: le guerre mondiali, la caduta del muro di Berlino, il boom economico, eccetera. Per noi radioamatori il secolo appena passato ha assunto un valore molto importante: l'invenzione della la radio che ha dato il via a tutte quelle che oggi prendono il nome di comunicazioni di massa. La lista è lunga: radio, televisione, telefonia (fissa, portatile, satellitare), reti informatiche e Internet e chi più ne ha più ne metta. Sappiamo bene quale sia stato l'impulso dato dal contributo fattivo dei radioamatori nell'evoluzione tecnologica e nell'impiego delle radio nella protezione civile. Dopo aver scoperto il fascino della comunicazione telegrafica cui è seguita la fonia, si è passati alla comunicazione digitale con lo sviluppo del packet radio e tutto ciò che ad esso è susseguito (TCP/IP via radio, APRS, ecc.). Le tecnologie digitali applicate alle telecomunicazioni, sviluppate soprattutto grazie all'elettronica, oggi la fanno da padrone ovunque; senza voler ripetere la lista di applicazioni dove il digitale è alla base, voglio illustrare un esempio di applicazione digitale che impiega dispositivi a bassa potenza (LPD, Low Power Devices).

Il RadioModem

La tecnologia delle telecomunicazioni ha sviluppato inizialmente modem analogici e digitali; tutti noi che utilizziamo internet impieghiamo un modem telefonico per linea PSTN, ISDN, ADSL oppure un modem satellitare. Ciascuno di questi dispositivi si occupa sostanzialmente di inviare i dati su una linea (il canale di comunicazione) e di decodificare quelli in arrivo e di fornirli all'utente per una corretta interpretazione dell'informazione.
Il circuito che illustro è sostanzialmente un RadioModem LPD che ha alla base un modulo

integrato prodotto dall'italiana AUREL; il dispositivo è un transceiver digitale a 7 canali con a bordo un microcontrollore, adatto in modo particolare a quelle applicazioni embedded in cui è necessaria una comunicazione seriale ma il cablaggio risulta scomodo se non addirittura impraticabile. Sostanzialmente, questo RadioModem si comporta come un vero e proprio cavo seriale *etereo*.

Figura 2: il ricetrasmettitore XTR-903 di Aurel

Elenco componenti RadioModem	
R1	10 kΩ 1/4 W
R2	33 kΩ 1/4 W
R3	18 kΩ 1/4 W
R4	33 kΩ 1/4 W
R5	18 kΩ 1/4 W
C1	10 µF 35 V elettrolitico al tantalio
C2	10 µF 35 V elettrolitico al tantalio
C3	100 nF poliestere
C4	100 nF poliestere
J1	connettore 6 poli a vite, passo 2.54"
JP1	pin-strip bipolare per jumper
JP2	pin-strip bipolare per jumper
U1	XTR903-A8 Aurel
U2	74HCT125
U3	LT1086CT-3.3

Il modulo è disponibile in commercio sia per i 432 MHz sia per gli 868 MHz; a seconda della frequenza operativa si distinguono rispettivamente XTR-903-A4 e XTR-903-A8.

Il circuito

In figura 3 è riportato lo schema elettrico per il quale conviene fare qualche doveroso commento. Lo schema è stato realizzato partendo dalle indicazioni fornite dal datasheet del dispositivo, scaricabile all'indirizzo web di AUREL, come indicato a fine articolo.

Il modulo Aurel XTR-903-xx funziona con logica a 3V (max 3.3V) e quindi, nell'ottica di interfacciare il RadioModem con un PC o una scheda a microcontrollore, va considerato questo aspetto per evitare che tensioni maggiori di quelle tollerate possano distruggere il modulo stesso. A questo proposito è stato inserito un regolatore stabilizzato di tensione a 3.3V (U3) ed un line-driver (U2) che è in grado di fornire i livelli di tensione adeguati ai segnali posti al proprio ingresso.

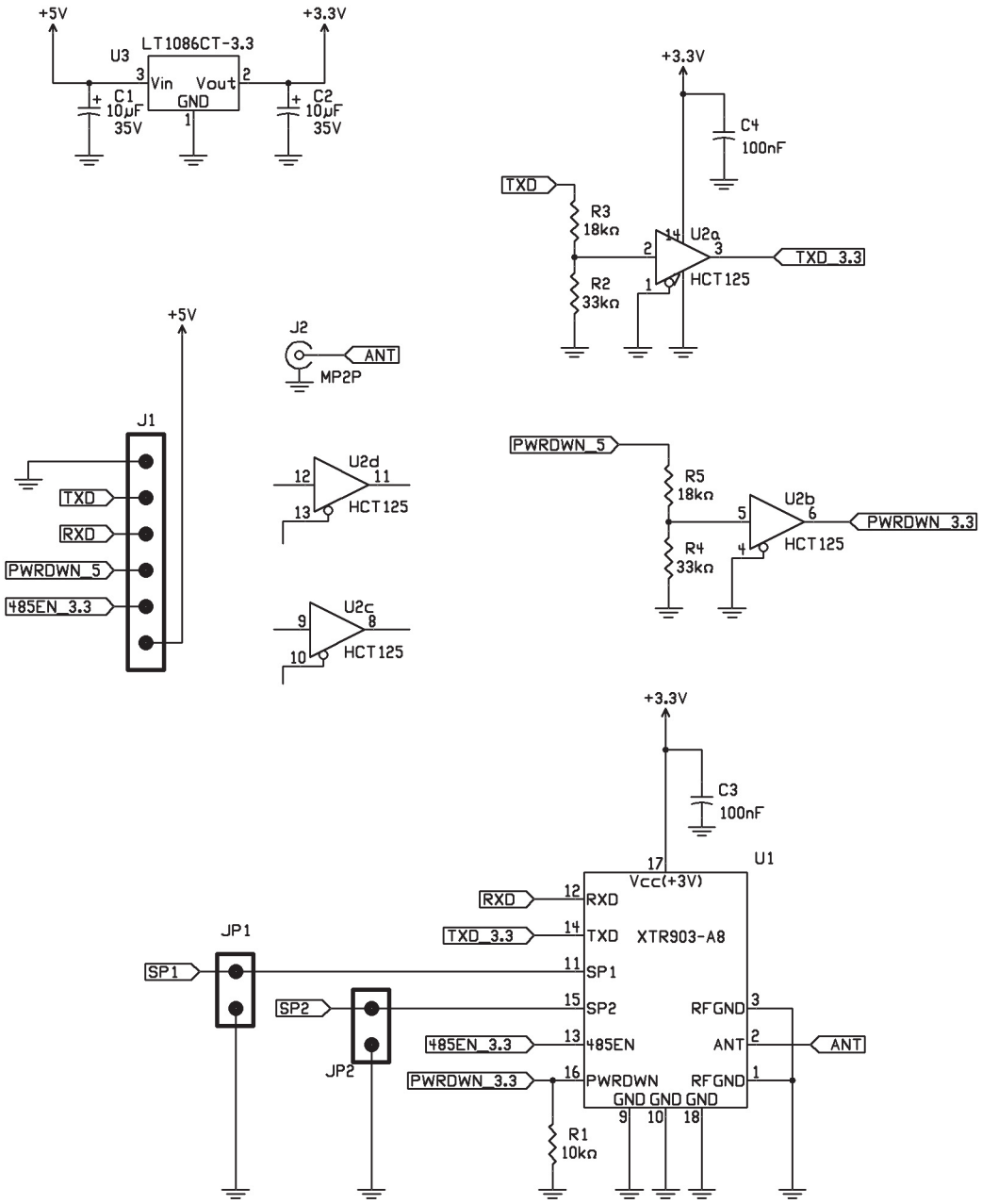


Figura 3: schema elettrico del RadioModem

Dei segnali disponibili per interfacciare il modulo, ho pensato che i più significativi fossero:
TXD: trasmissione dati seriali (INPUT per il modulo)
RXD: ricezione dati seriali (OUTPUT dal modulo)
PWRDN: attiva/disattiva il funzionamento a basso consumo (INPUT per il modulo)

485EN: segnale per attivare un (eventuale) transceiver 485 esterno (OUTPUT dal modulo)
SP1,SP2: selezione della velocità di comunicazione (INPUT per il modulo)

I primi quattro segnali, contestualmente all'alimentazione di 5V, sono disponibili sul connettore J1, mentre per quanto concerne le selezioni di velocità SP1 e SP2 avvengono mediante due ponticelli. Sui pin 11 e 15 il modulo ha al proprio interno delle resistenze di pull-up, quindi sono state omesse le resistenze sullo schema; i valori di SP1 e SP2 vanno scelti secondo la tabella seguente:

CONDIZIONE	SP1	SP2
9600 Baud	Vcc	Vcc
19200 Baud	GND	Vcc
38400 Baud	Vcc	GND
Test Mode	GND	GND

A seconda delle tre velocità possibili, il modulo esegue una opportuna codifica del pacchetto da inviare:
9600 baud - codifica Manchester + Hamming: permette il riconoscimento e la correzione dell'errore di 1 bit ogni 4 inviati;
19200 baud - codifica Manchester: permette il riconoscimento dell'errore di 1 bit ma non procede alla correzione, ma il ricevitore scarta il pacchetto ;
38400 baud - scrambilng: viene eseguita una pseudo codifica ma non viene garantito alcun ripristino a fronte di errori durante la trasmissione.

Il PCB e il montaggio

La realizzazione del PCB è importante; infatti alcune opportune raccomandazioni di AUREL sono soddisfabili con il circuito stampato. La figura 4 mostra il circuito stampato del RadioModem ed in figura 5 c'è lo schema di montaggio. Come si può notare dalla fotografia di figura 6, sotto al modulo ho posto un piano di massa in rame che si collega al piano di massa sottostante (quello lato saldatura): ciò garantisce la che la conduzione elettrica non sia affidata alle sole viti poste ai bordi del circuito stampato, bensì da una buona saldatura. A questo proposito, prima di saldare ci si assicuri che non ci sia ossido sulla piastrina di rame. Nulla vieta però di ridisegnarsi il proprio circuito stampato, magari su due facce, che rispetti le prescrizioni previste dal datasheet. In ogni caso, il piano di rame fornisce un buon riferimento per il segnale RF in uscita.

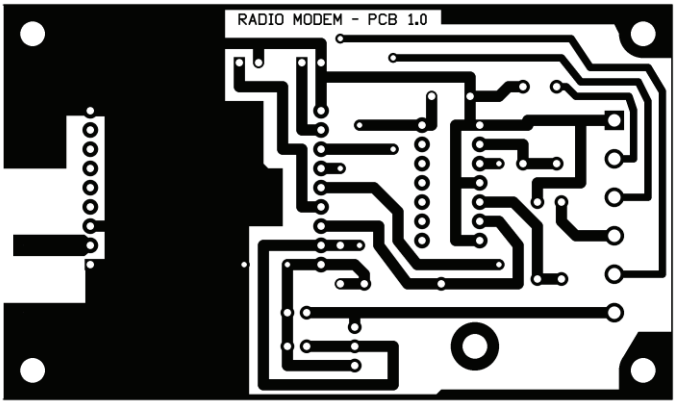


Figura 4: circuito stampato del RadioModem in scala 1:1

9 EDIZIONI DI SUCCESSO

350 OPERATORI DEL SETTORE

200 AZIENDE RAPPRESENTATE

24 INTERVENTI & WORKSHOP

LUMEN & RF WIRELESS FORTRONIC

L'evento tecnologico di riferimento in Italia su LED, wireless, Internet of Things e componentistica elettronica per l'illuminazione "intelligente"

TEMATICHE

SSL
Ultime tecnologie LED, OLED e SSL

Smart Lighting
Luce intelligente, wireless e domotica

Controllo
Tecnologie wireless per il controllo della luce

Internet of Things
Un mondo di sensori e di wireless

Benessere
Human centric lighting al servizio dell'individuo

Elettronica
Componentistica per il lighting novità e tendenze

Cloud e IoT
Nuove frontiere dell'automazione

Thermal Management
Dissipazione e gestione del calore

TARGET

Produttori "illuminotecnici", Progettisti, System integrator, Lighting Specialist, Fornitori di "illuminotronica" e Buyer

PROMOSSO DA:

Associazione Nazionale Fornitori Elettronica

assodel

IN PARTNERSHIP CON:

Consorzio Elettrimpex
Lumen International

LUMEN CONSORZIO ELINT

LED Professional Symposium + Expo

LpS 2015 LED professional SYMPOSIUM +EXPO

CONTATTI:

Tel. +39 02 210.111.236
marketing@fortronic.it

TECNO IMPRESE

USA IL QR CODE
per registrarti e scoprire maggiori informazioni

partecipazione gratuita previa registrazione

www.fortronic.net

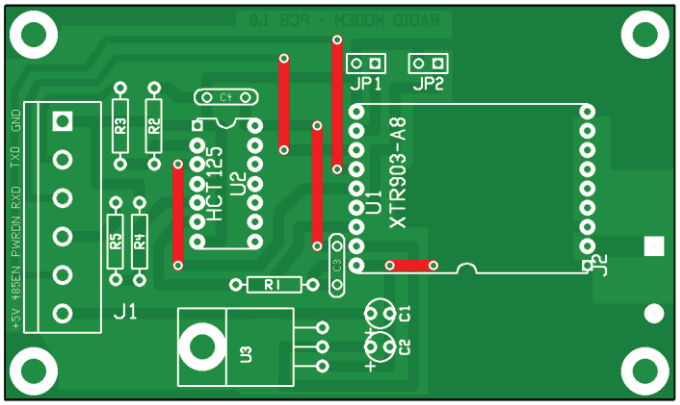


Figura 5: schema di montaggio del RadioModem

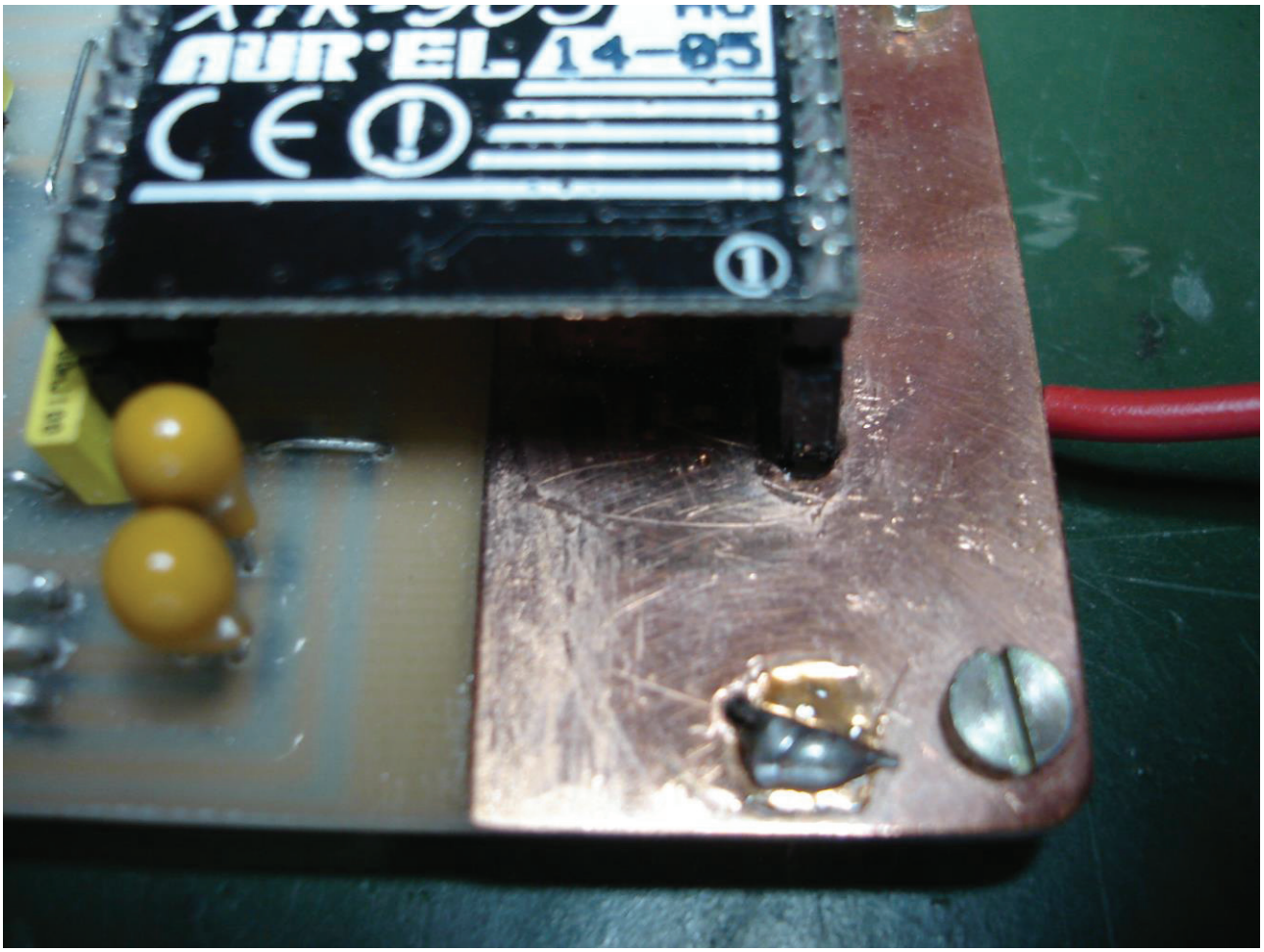


Figura 6: dettaglio del piano di massa

Se si ritiene di installare il RadioModem su un veicolo o comunque su di una struttura soggetta a sollecitazioni e vibrazioni meccaniche, è bene saldare il modulo direttamente al PCB.
Va poi pensata l'antenna; la scelta è tra acquistarla contestualmente al modulo oppure realizzarla. Per la prima ipotesi, basta rivolgersi al produttore, mentre per il secondo caso si può procedere con l'impiego di un'antenna filare (sostanzialmente una stilo) tagliata in lunghezza opportuna pari ad un quarto della lunghezza d'onda; in particolare, dato impiegando un modulo che lavora sugli 868 MHz, la lunghezza d'onda è λ=34.5 cm circa e il suo quarto d'onda è $\lambda/4$=86 mm circa.

Facciamolo funzionare con il PC

Come dimostrazione delle possibilità del mio RadioModem, sottopongo ai lettori due possibili alternative. La prima è senz'altro attuabile da tutti, anche da coloro i quali non hanno familiarità con la programmazione dei microcontrollori; sì, perché il secondo metodo, appunto, fa riferimento all'impiego di un altro circuito (a microcontrollore, appunto). A prescindere dall'approccio che ciascun lettore avrà, uno però è il presupposto: che si costruiscano necessariamente due RadioModem altrimenti, come è ovvio, non è possibile pensare di attuare una comunicazione bilaterale.

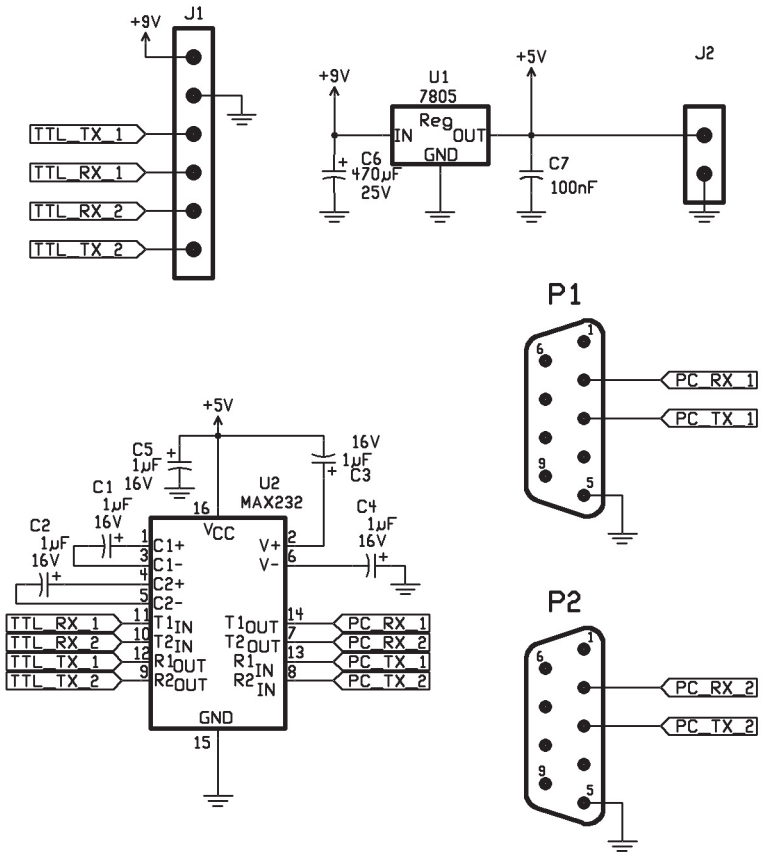


Figura 7: schema elettrico dell'interfaccia TTL <-> RS232

Elenco componenti INTERFACCIA RS232 <-> TTL	
C1	1 µF 35 V elettrolitico al tantalio
C2	1 µF 35 V elettrolitico al tantalio
C3	1 µF 35 V elettrolitico al tantalio
C4	1 µF 35 V elettrolitico al tantalio
C5	1 µF 35 V elettrolitico al tantalio
C6	470 µF 25 V elettrolitico
C7	100 nF poliestere
J1	connettore 6 poli a vite, passo 2.54"
J2	connettore 6 poli a vite, passo 2.54"
P1	connettore DB9 femmina da c.s.
P2	connettore DB9 femmina da c.s.
U1	7805
U2	MAX232-CPE

Il primo approccio prevede l'interfacciamento di ciascun RadioModem con il PC e l'impiego di un programma terminale. Per i sistemi WINDOWS, suggerisco l'uso di TERMINAL, un programma terminale decisamente ben fatto e disponibile gratuitamente al sito internet indicato a fine articolo. Ciascun PC va collegato al modem mediante un'interfaccia TTL-RS232; per chi non ha idea di come fare, suggerisco di realizzare l'interfaccia TTL-RS232 mostrata in figura 7. Trattasi di un classico schema con MAX232 con la particolarità di essere a doppio canale. Nelle figure 8 e 9 riporto il PCB e lo schema di montaggio, anche se non è stringente la realizzazione del PCB.

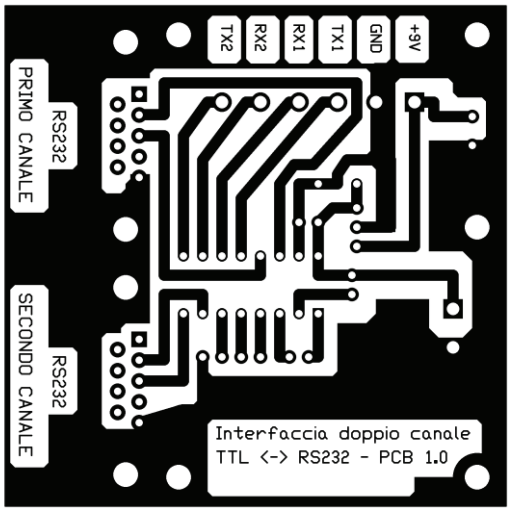


Figura 8: circuito stampato dell'interfaccia TTL <-> RS232 in scala 1:1

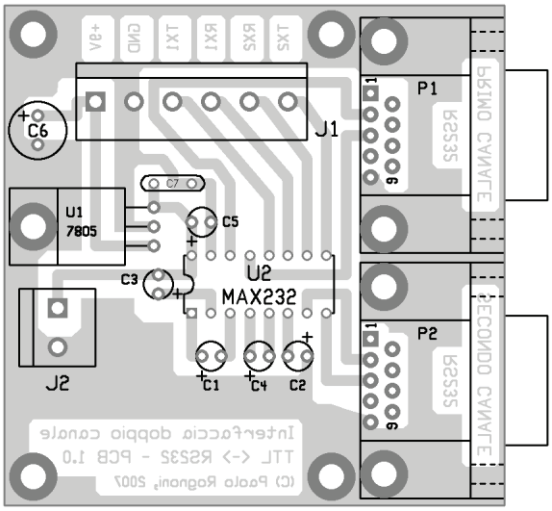


Figura 9: schema di montaggio dell'interfaccia TTL <-> RS232

Una volta collegato il RadioModem, si procede all'avvio del programma TERMINAL, avendo cura di impostare i valori corretti della comunicazione. Lasciando SP1 ed SP2 aperti, il modem lavora a 9600 baud: il terminale va impostato di conseguenza: 9600 baud, 8 bit di dato, nessuna parità , 1 bit di stop (9600, 8 N, 1), escludendo anche il controllo hardware di flusso. Se i parametri di configurazione sono esatti, è sufficiente cominciare a scrivere da un PC e vedere comparire il testo sul monitor del ricevente, e viceversa.

Il modulo può anche essere programmato; si accede alla programmazione (che avviene mediante comandi AT, come descritto nel datasheet) dando il comando +++ (senza interruzioni) seguito da un CR. Il modulo risponde con OK; a questo punto non è difficile entrare in modalità programmazione e leggere e/o modificare i valori dei registri disponibili.

In figura 8 riporto un estratto del datasheet con i registri disponibili a sola lettura (R) e lettura/scrittura (R/W).

Register	Name	Function	Value	R/W
S1	BAND	Band which works the transceiver on.	0 = 868-870 MHz *	R
S2	CHANNEL	Working channel	0 = 868,19 MHz * 1 = 868,34 MHz 2 = 868,49 MHz 4 = 868,80 MHz 5 = 868,95 MHz 6 = 869,11 MHz 11 = 869,87 MHz	R/W
S3	POWER	Power level outgoing from the device	0 = - 8 dBm 1 = - 2 dBm 2 = + 4 dBm 3 = + 10 dBm *	R/W
S4	RFON	It switches on or off the power of transmission	0 = RF Power ON * 1 = RF Power OFF	R/W
S16 (#)	RSSI	It provides a digital indication about the level of received power, with gradual scale from 0 to 9.	0 = Min received power 9 = Max received power	R

* = default value

Command	Name	Function
WR	WRITE	Writing of registers values into EEPROM
CC	COMMAND CLOSE	Exit from Command Mode

Figura 10: comandi per la programmazione in seriale del modulo XTR-903

Per permettere facili connessioni tra il PC e l'interfaccia TTL-RS232, ho pensato che un cavo diritto maschio-femmina fosse la cosa migliore. O si dispone di un cavo 9 poli "diritto" oppure è facile realizzarlo, senza troppi schemi; basta ricordare che ad ogni pin del connettore DB9 maschio corrisponde l'omologo sul connettore femmina, cioè 1 con 1, 2 con 2, eccetera.

RadioEco

L'alternativa all'uso del PC è quello di far sì che a valle di un RadioModem ci stia una scheda intelligente, in grado di far qualcosa. A titolo esemplificativo, ecco una piccola soluzione che permette un minimo di telecontrollo: il RadioEco.
RadioEco è stato pensato per poter controllare, da remoto, un sistema di I/O digitale e analogico; in figura 11 è proposto lo schema elettrico che mostra un PIC 18F252 cui sono collegati:
- tre input digitali;
- due output digitali;
- un input analogico;
- interfaccia seriale;
- un display LCD.

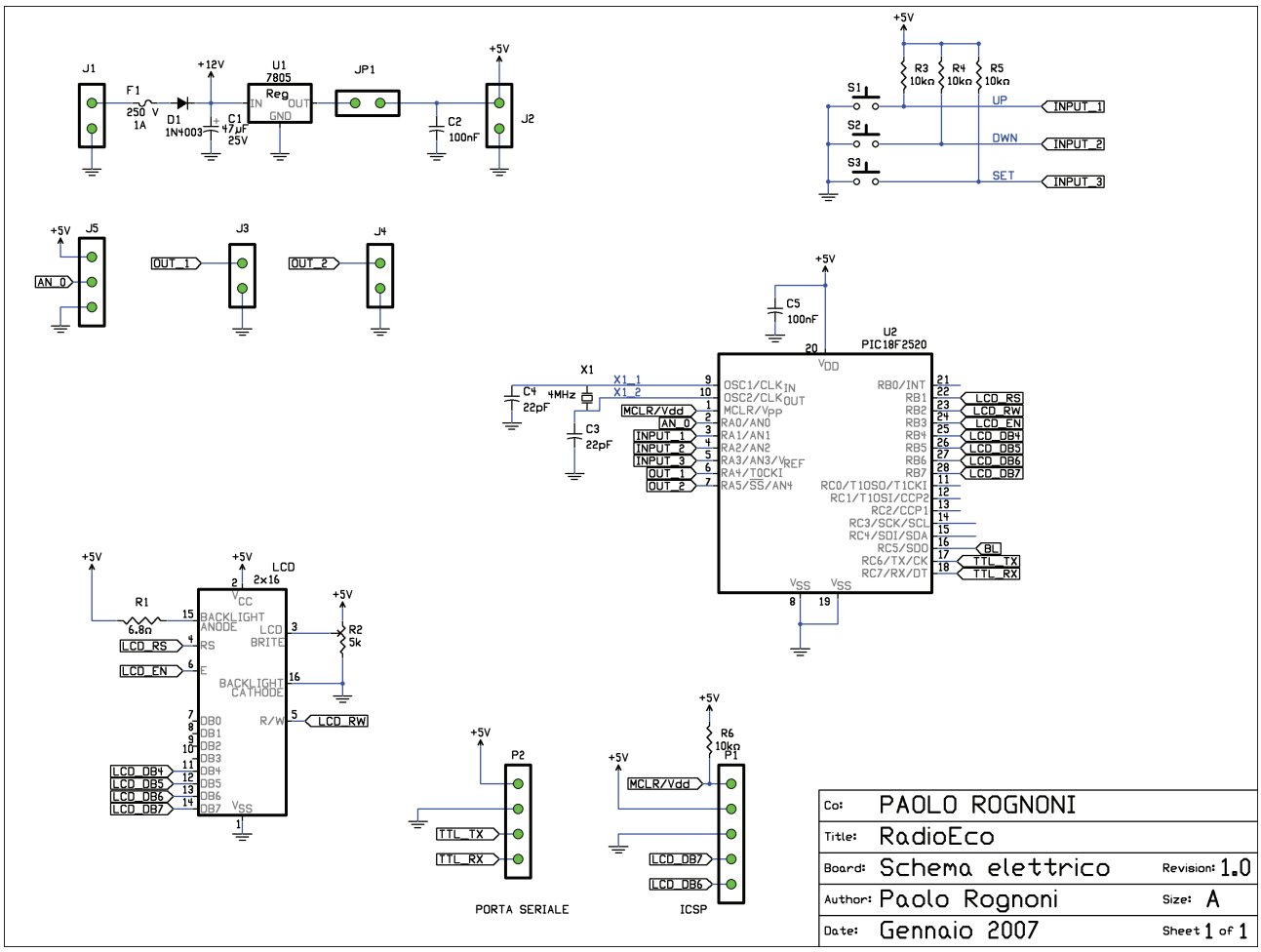


Figura 11: schema elettrico di RadioEco

Elenco componenti RadioEco	
R1	6.8 Ω 1/4 W (vedi articolo)
R2	5 kΩ trimmer
R3	10 kΩ 1/4 W
R4	10 kΩ 1/4 W
R5	10 kΩ 1/4 W
R6	10 kΩ 1/4 W
R7	10 kΩ 1/4 W
R8	10 kΩ 1/4 W
C1	47 µF 25 V elettrolitico
C2	100 nF poliestere
C3	22 pF ceramico
C4	22 pF ceramico
C5	100 nF poliestere
D1	1N4003
F1	fusibile 5x20 in vetro (1A)
X1	quarzo da 4MHz
J1	connettore 2 poli a vite, passo 2.54"
J2	connettore 2 poli a vite, passo 2.54"
J3	pin-strip bipolare
J4	pin-strip bipolare
S1	pin-strip bipolare

S2	pin-strip bipolare
S3	pin-strip bipolare
S4	pin-strip bipolare
J5	pin-strip a tre poli per potenziometro
P1	pin-strip a cinque poli
P2	pin-strip a cinque poli
U1	7805
U2	Microcontrollore Microchip PIC18F252
LCD	LCD 16x2 con controller HD44780

E' proprio mediante l'interfaccia seriale che il PIC dialoga con il PC, attraverso il RadioModem. Attivando il programma terminale (come indicato poc'anzi e a 9600,8,N,1), è possibile leggere lo stato degli INPUT (digitali e analogico) e degli OUTPUT e comandare in ON oppure OFF i due OUTPUT.

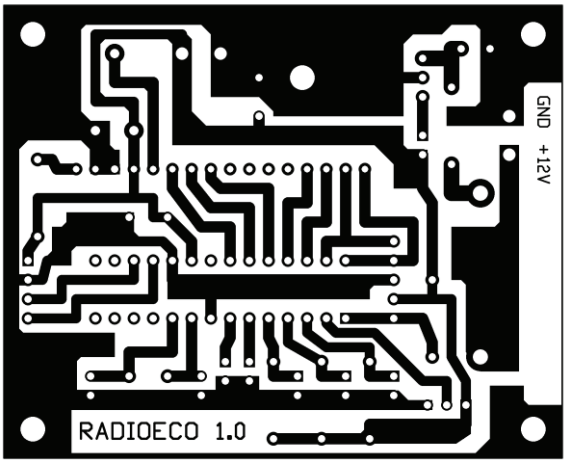


Figura 12: circuito stampato di RadioEco in scala 1:1

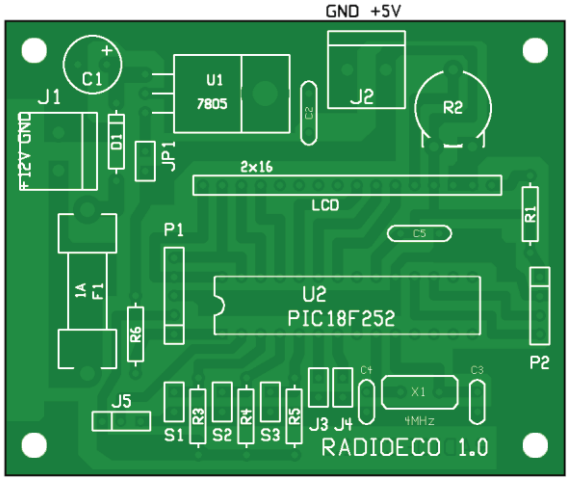


Figura 13: schema di montaggio di RadioEco

RadioEco è stato sviluppato sia per apprezzare le potenzialità del modem, sia per testarne le proprietà di portata, sia per fornire un esempio di come sia possibile realizzare un semplice telecontrollo. Infatti, il programma accetta alcuni semplici comandi:

1. INPUT1: fornisce lo stato dell'ingresso 1
2. INPUT2: fornisce lo stato dell'ingresso 2
3. INPUT3: fornisce lo stato dell'ingresso 3

4. OUT1 ON: accende l'uscita 1
5. OUT1 OFF: spegne l'uscita 1
6. OUT2 ON: accende l'uscita 2
7. OUT2 OFF: spegne l'uscita 2
8. ANALOG: fornisce il valore dell'ingresso analogico
9. OUT1: fornisce lo stato dell'uscita 1
10. OUT2: fornisce lo stato dell'uscita 2
11. INFO: fornisce le informazioni sul progetto
12. HELP: questo help

Al lettore si lascia l'eventuale possibilità di personalizzare a proprio piacimento questo aspetto squisitamente firmware, introducendo altri comandi o stravolgendo completamente il progetto. Si noti la presenza del display che aiuta la visualizzazione dei comandi in arrivo ed in uscita; questa possibilità offre un valido feedback per valutare se i comandi remoti vengono effettivamente ricevuti. Il display è un classico due righe a sedici caratteri (controller Hitachi HD44780); ne ho previsto uno con retroilluminazione e il valore della resistenza R1 va determinato in base all'assorbimento dei LED installati sul pannello LCD; ricordarsi, quindi, di dimensionare opportunamente il valore di questa resistenza.
Per agevolare la programmazione in-circuit, cioè senza dover smontare il microcontrollore dal suo zoccolo, ho predisposto sul circuito stampato il connettore P1 al quale si può collegare ICD2 di Microchip; inoltre, il jumper JP1 è un sezionatore di linea di alimentazione e va aperto qualora anziché alimentare il circuito da J1 con 12V, si preferisce impiegare già un 5V stabilizzato da collegare su J2.

Il firmware

Lo sviluppo del firmware è avvenuto in linguaggio C impiegando il compilatore C BoostC; questo compilatore, di costo molto contenuto (la versione completa per usi non commerciali costa meno di 70$) offre spunti interessanti. L'intero progetto con i codici sorgenti e i file di libreria impiegati sono disponibili sul sito di FARE ELETTRONICA.
Il codice C è facilmente leggibile: le inizializzazioni delle porte e delle periferiche (ADC, USART, LCD) e il setup dell'interrupt dell'USART sono le prime azioni compiute. La routine di interrupt resta in attesa di un carattere e ne gestisce le eccezioni (caratteri non ammessi, back-space, eccetera) e va a riempire il buffer del comando ricevuto.

Routine di interrupt

```
/* Routine di interrupt sulla ricezione di un dato dall'USART*/
void interrupt_low (void)
{
  if (test_bit(pir1,RCIF))
   {
     data=rcreg; // Preleva un carattere dalla USART
     if (data==8 && str_counter>0) //Back Space
     {
     str_counter--;
     } else if ((data>=10)&&(data<='~') && data!=0x0A) {
       inputstr[str_counter++] = data;
          // Se è un dato valido lo pone nel buffer
            if (data==13 || str_counter>16)
            {
                inputstr[--str_counter]=0;
```

```
            // Carattere CR ricevuto o eccedenza di 16 caratteri:
                  str_counter=0; // azzero il counter
                  fl_rx_ok=1; //alzo il flag di buffer pieno.
              }
          }
      }
}
```

Una volta completato il buffer del comando ricevuto, la routine alza un flag (fl_rx_ok=1) che verrà successivamente gestito (ed abbassato fl_rx_ok=0) dal parser dei comandi: se il dato appartiene all'insieme dei comandi accettati, allora viene gestito in modo opportuno, altrimenti viene segnalato che il comando ricevuto non è elaborabile dal PIC.

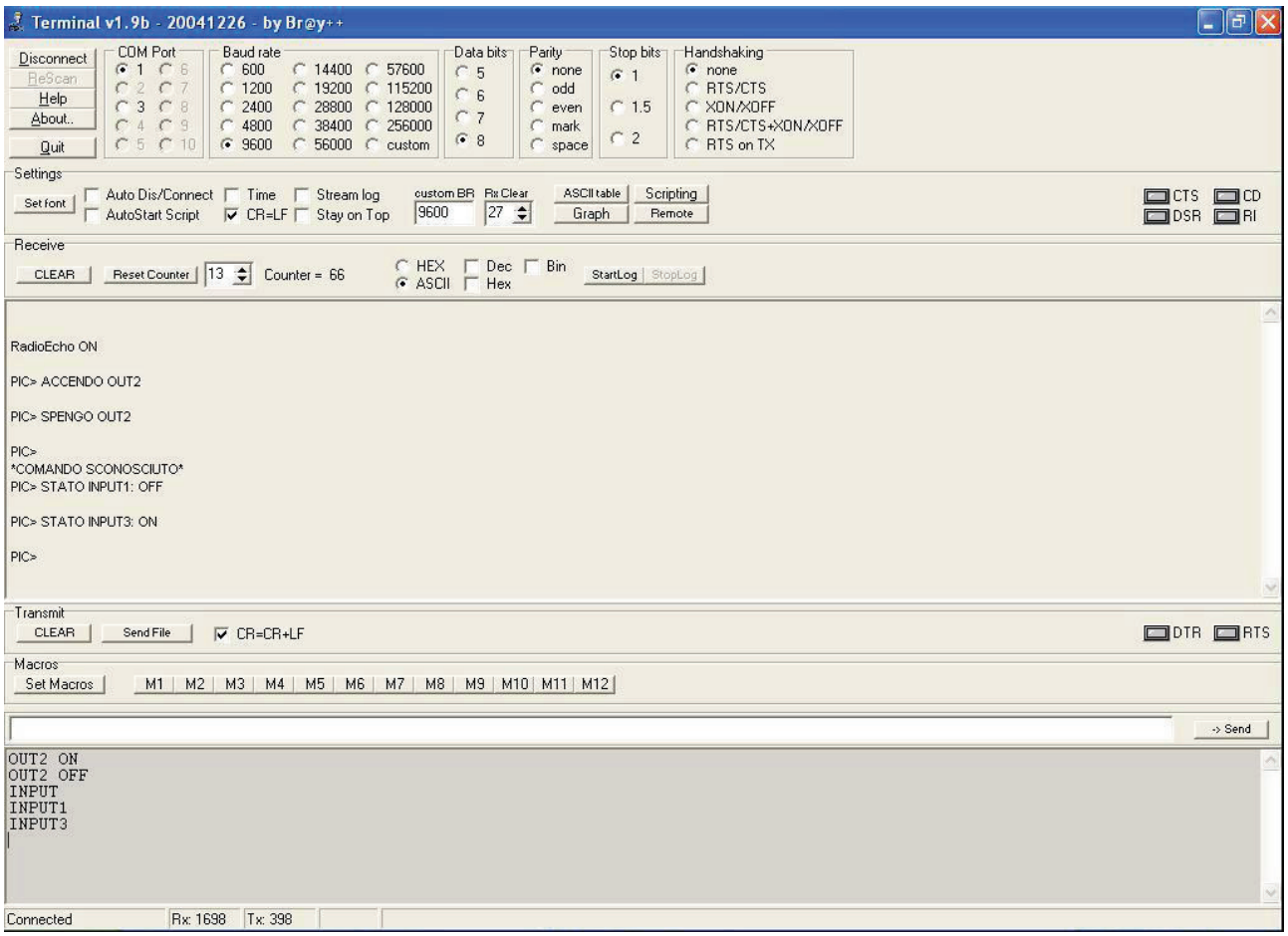


Figura 14: comandi impartiti a RadioEco mediante il programma TERMINAL

Estratto della gestione comandi

```
    while(1)
    {
        lcd_gotoxy(0,0);
        if (fl_rx_ok) {
            fl_rx_ok=0;
            if (stricmp(inputstr,comandi[0])==0)
            {
             porta.OUTPUT_1=1;
             strcpy(temp,"ACCENDO OUT1");
             invia_segnalazioni();
```

```
            }  else if (stricmp(inputstr,comandi[1])==0) {
                porta.OUTPUT_1=0;
                strcpy(temp,"SPENGO OUT1");
                invia_segnalazioni();
            } else if (stricmp(inputstr,comandi[2])==0) {
                porta.OUTPUT_2=1;
                    strcpy(temp,"ACCENDO OUT2");
                invia_segnalazioni();
            }
        }
...
    }
```

Come lavora RadioEco

RadioEco accetta una serie di comandi, come indicato in precedenza. Per semplicità nel seguito verranno scritti con caratteri maiuscoli, ma RadioEco gestisce anche i caratteri in minuscolo. I comandi scritti a terminale vanno ultimati da CR/LF.
Per tutti i comandi validi che vengono inviati da tastiera del PC, RadioEco riporta sulla prima riga del display il comando ricevuto (e scritto in maiuscolo o minuscolo rispettando quanto impartito dall'operatore) e sulla seconda riga l'azione intrapresa.

Si noti quindi come RadioEco permette di gestire i dati in arrivo grazie all'uso del display; in particolare, se su J5 si collega un potenziometro da 10 kΩ ed impartendo il comando ANALOG (vedi figura 15), RadioEco risponde con il valore assunto dall'ingresso analogico (valore compreso tra 0 e 1023, per una conversione a 10 bit).

Figura 15: lettura del valore analogico

Se si vogliono comandare in acceso o spento le uscite, è sufficiente dichiarare a RadioEco OUT1 ON per accendere e OUT1 OFF per spegnere l'uscita 1 e in modo analogo per la seconda uscita.

Figura 16: comando di eccitazione di OUT1

Sia per gli ingressi sia per le uscite è possibile chiedere a RadioEco lo stato attuale: ON oppure OFF. In figura 17 è stato chiesto lo stato della prima uscita, semplicemente digitando OUT1.

Figura 17: richiesta dello stato dell'uscita OUT1 (è OFF, dice RadioEco)

Per concludere

In commercio ci sono diverse soluzioni RF che prevedono l'impiego di moduli radio a bassa potenza e solitamente sono monodirezionali e sono prevalentemente dei telecomandi; è raro trovare soluzioni a basso costo bidirezionali con moduli RTX di impiego rapido ed immediato. Questo articolo deve quindi essere lo spunto per approfondire le tematiche delle comunicazioni dati in sistemi a bassa potenza; le possibilità sono molteplici: dal telecontrollo alla telemetria, con tutte le intermedie sfumature possibili. Consiglio la realizzazione sia dei RadioModem sia di RadioEco per apprezzare a fondo le molteplici prestazioni disponibili con questi moduli RTX.
Benché la scelta di un PIC18F252 sembra *generosa* per questo tipo di applicazione, ho optato per questa scelta per due precise ragioni: primo, la disponibilità di memoria flash permette ampi sviluppi del firmware per gestire ulteriori comandi ed inoltre la portabilità verso un micro di fascia più bassa, come ad esempio il PIC16F876A, è immediata, considerato il fatto che tra il 18F252 e il 16F876A c'è compatibilità del pin-out.

Riferimenti

Per avviare i progetti del RadioModem e di RadioEco, è d'obbligo partire da una base consolidata: i datasheet dei dispositivi. Nel seguito riporto i riferimenti utili per ricercare le informazioni di interesse. Inoltre, il programma TERMINAL è scaricabile gratuitamente all'indirizzo del sito web del suo autore, mentre il compilatore C che ho utilizzato (BOOSTC), è scaricabile in versione demo che prevede alcune limitazioni. Consiglio l'acquisto del prodotto, visto l'esiguo prezzo della singola licenza.

AUREL: http://www.aurelwireless.com
MICROCHIP: http://www.microchip.com
TERMINAL: http://bray.velenje.cx/avr/terminal/
oppure http://www.hw-server.com/software/termv19b.html#download
BOOSTC: http://www.sourceboost.com

l'elettronica è qui.

Il nuovo spazio dedicato ai progettisti elettronici e ai makers

IE cloud
www.ie-cloud.it

INWARE EDIZIONI

Il nuovo portale IEcloud mette a disposizione degli utenti numerosi ed interessanti contenuti in tema di elettronica.
Progetti, articoli e news possono essere condivisi nella community e fruiti in tempo reale da tutti i membri.

IEcloud è il portale di riferimento per tutti i professionisti, progettisti, studenti e appassionati di elettronica.

Registrati subito, è GRATIS!

- Centinaia di articoli, riviste, ebook, video, pdf sempre a tua disposizione
- Una community per condividere i propri progetti o per cercare collaborazioni
- Notizie, aggiornamenti ed eventi relativi al mondo dell'elettronica
- Un portale fruibile da qualsiasi dispositivo smartphone, tablet o PC

	FREE	SMART	MAKER	GENIUS
	GRATIS per sempre	€5.99/mese o 59,99/anno	€5.99/mese o 59,99/anno	€7.99/mese o 79,99/anno
Accesso a news ed eventi	✓	✓	✓	✓
Accesso alla community	✓	✓	✓	✓
Accesso ai progetti gratuiti	✓	✓	✓	✓
Accesso ai progetti premium	✗	✓	✓	✓
Accesso a tutte le riviste Fare Elettronica	✗	✗	✓	✓
Accesso a tutte le riviste Firmware	✗	✓	✗	✓
	Registrati	Acquista	Acquista	Acquista

Conversione RS232/RS485

Lo standard RS232, l'RS485 la loro coesistenza, la conversione da uno all'altro e i campi d'utilizzo, sono le tematiche che verranno affrontate all'interno del testo seguente, cercando di aiutare il lettore non esperto in materia nella scelta del proprio protocollo di comunicazione ideale, e nel caso fosse necessario anche convertire da una versione all'altra.

Agli inizi degli anni 60, quando l'elettronica cominciava ad espandersi maggiormente sotto il profilo della programmabilità a basso livello, le varie periferiche avevano la necessità di cominciare a scambiarsi dati e informazioni tra di loro, senza però dover implementare all'interno appositi circuiti che convertissero le informazioni tra i vari standard. Nel mercato si continuava a prediligere la comunicazione parallela, definendola robusta e efficace in qualsiasi situazione, ma la quantità di cavi in gioco, spesso scoraggiava l'utilizzo per applicazioni “compatte”. Una soluzione efficace venne data dalla comunicazione seriale, che però non aveva alle spalle un robusto studio a tavolino, lasciava ai vari produttori la libertà di utilizzare le caratteristiche elettriche che maggiormente li aggradava, senza tener conto di una possibile compatibilità. Per questi motivi, importanti studi e bozze di standard sono state rilasciate prima di raggiungere un risultato definitivo e implementare l'RS232 e l'RS485. Anche se con nomi molto simili, le due specifiche per la trasmissione si equivalgono solamente per l'utilizzo dell'interfaccia seriale come mezzo di condivisione delle informazioni. Le caratteristiche elettriche adottate, e le differenze per quanto riguarda la protezione da disturbi esterni che possono alterare la comunicazione, sono molto differenti, rendendo il campo d'utilizzo il più disparato.

L'RS232 e le caratteristiche elettriche della periferica

Fermo restando che l'RS232 è un protocollo datato, al giorno d'oggi resta però il modo più economico, veloce e affidabile per scambiare informazioni tra microcontrollori e computer, o anche tra periferiche programmabili impiegate in ambiti differenti. La buona protezione da disturbi elettromagnetici lo rendono impiegabile anche in ambienti considerati ostili; certo la velocità di trasferimento dati non consente la condivisione di informazioni con alto contenuto di dati, ma per il monitoraggio o controllo remoto di periferiche risulta essere tutt'ora impiegato senza problemi.

Le caratteristiche elettriche

Lavorare con segnali transitori all'interno di una linea richiede sempre dei piccoli accorgimenti, che se ignorati spesso sommano tra di loro gli effetti negativi nei confronti del segnale da trasmettere, portando alla ricezione di dati non voluti.
Secondo le specifiche degli standard in uso, l'RS232 predispone che le tensione in uscita dal trasmettitore debba essere compresa in valore assoluto tra i 5V e i 25V, arrivando a 12V in alcune versioni dello standard. Le interfacce che richiedono basse emissioni di campo elettromagnetico, tendono ad abbassare esponenzialmente questa soglia, raggiungendo tensioni, espresse sempre in valore assoluto, di 6V. Per soddisfare tutte le specifiche relative, il ricevitore deve poter funzionare con segnali compresi tra i 3V e i 25V, anche se molti ricevitore impostano come valore di soglia 2V: al di sopra viene riconosciuto come un uno, al di sotto come uno zero. L’impedenza di uscita del trasmettitore deve in ogni situazione essere maggiore di 300 ohm; l’impedenza di ingresso deve essere compresa tra i 3 ed i 7 kohm, anche a dispositivo spento. La corrente prelevabile in uscita mantenendo i corretti valori logici dovrà attestarsi ad almeno di 1.6 mA, restando comunque inferiore ai 100mA in caso di corto. Lo slew-rate, la pendenza della curva nel passare da zero a uno, deve essere minore di 30V/us per evitare eccessive emissioni elettromagnetiche.

Son state finora affrontate le varie caratteristiche elettriche che un segnale RS232 deve, e non deve, possedere per essere definito tale. Le specifiche dichiarano che per una comunicazione efficiente tra due sistemi, si debba utilizzare una codifica di tipo Manchester, dunque: lo zero logico viene immesso in linea con il valore di tensione più alto, quindi compreso tra i 5V e i 25V, mentre l'uno logico si affronta portando la linea al valore più basso possibile, e dunque compreso tra i -5V e i -25V.
Sicuramente, e non meno importante, è da notare che l'RS232 è uno standard pensato per il funzionamento senza alcuna modulazione, cosa quindi che oltre a non permettere di avere un baud rate differente dal bit rate, non permette allo stesso tempo di immunizzare ulteriormente la comunicazione da fonti di disturbo esterne. Alcune volte il funzionamento avviene in zone con grossa interazione elettromagnetica, i dati ricevuti correttamente, e senza disturbi sono ottenuti mediante l'impiego di una solida schermatura, che in tratte non considerevoli abbatte abbondantemente l'influsso da fonti esterne.

La conversione da TTL a RS232

Se ci si interfaccia con un integrato programmabile, o si sfrutta circuiteria predisposta per operare con valori di tensione TTL, si cominciano a riscontrare le prima problematiche di condivisione. Con valori compresi tra 0V e 5V, o nei casi di sistemi a batteria tra i 0 e 3,3V, non sempre è facile comunicare in RS232 anche adottando la proprietà della periferica di operare a 6V.

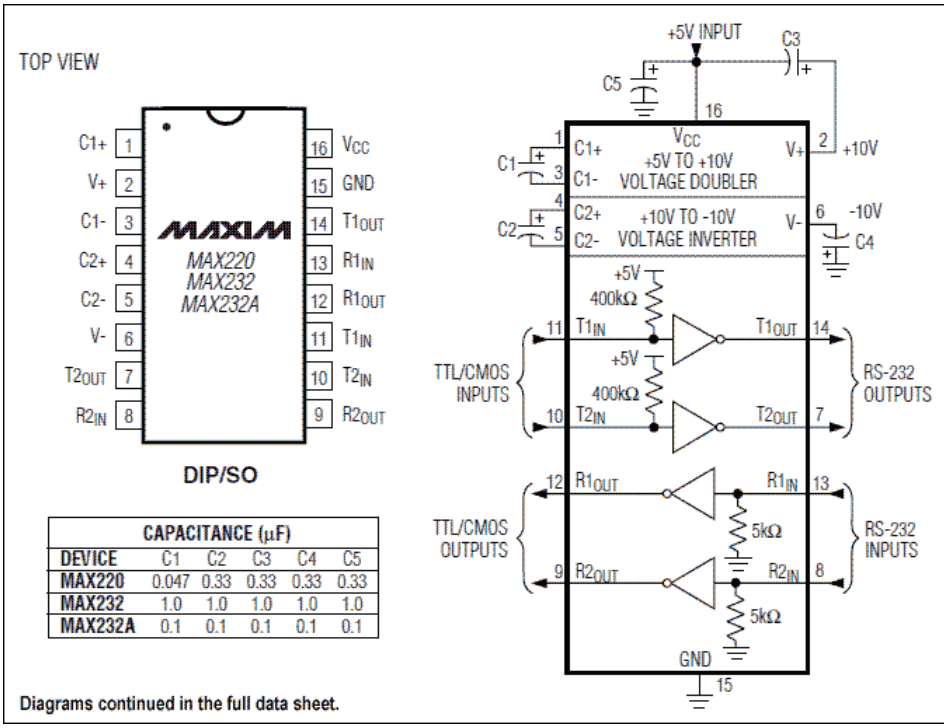


Figura 1: In figura è disponibile l'integrato messo a punto dalla Maxim per la conversione da RS232 a TTL. La tabellina presente nell'immagine da un aiuto a riguardo dei condensatori da utilizzare per poter lavorare correttamente.

Certo, in ambito commerciale esistono opportuni traslatori di livello progettati per convertire valori di tensione in altri, ma ciò presuppone l'utilizzo di un'alimentazione duale. Ma allora dove starebbe il problema? Adottata un'alimentazione duale poi è anche facile realizzare un convertitore di segnale sfruttando due semplici transistor e qualche zener. Il problema nell'implementare l'RS232 in sistemi con singola alimentazione sta proprio nel generare valori di tensione negativa partendo da una fonte unica di alimentazione, spesso con valori inferiori, e non duale. In aiuto però arriva il MAX232, che , sfruttando la teoria

dei circuiti a pompa di carica, è in grado di realizzare una solida interfaccia di conversione tra protocolli: trasformando le informazioni con caratteristiche elettriche TTL in segnali adatti a interfacce RS232. Ovviamente la velocità di commutazione è proporzionale al tipo di integrato scelto, ed è anche riduttivo poter pensare di estrapolare un bit rate elevato da un circuito pensato per il funzionamento in banda base e senza un'opportuna modulazione alle spalle.
La sezione ricevente del MAX232 è costituita da due porte invertenti che accettano in ingresso una tensione assoluta di 12V (o altra tensione compatibile allo standard RS232) ed in uscita presentano un segnale TTL compatibile. La sezione trasmittente ha due driver invertenti con in ingresso TTL compatibile e capaci di erogare a vuoto una tensione di poco meno di +/- 10V.

La piedinatura e il connettore

Per l'uso didattico al quale il materiale seguente è indirizzato, molti si staranno domandando a che pro è utile descrivere in maniera così dettagliata la pedinatura del connettore, ma visto che il protocollo RS485 oltre a richiedere un pin per la trasmissione e uno per la ricezione, necessita anche della direzione del flusso dati, si dovrà avere la cortezza di collegare uno dei pin funzione (RTS o DTR), per commutare lo stato.

Nome	Pin PC	Tipologia	Descrizione
TX	3	Uscita	Pin per la trasmissione dei dati
RX	2	Ingresso	Pin per la ricezione dei dati
RTS	7	Uscita	Pronto alla trasmissione – Ready to Send
CTS	8	Ingresso	Consenso alla trasmissione – Clear to send
DTR	4	Uscita	Terminale dati pronto – Data terminal ready
DSR	6	Ingresso	Set di dati pronto – Data set ready
RI	9	Ingresso	Ingresso usato anticamente per la funzione campanello
DCD	1	Ingresso	Rilevato un riporto nel dato da trasmettere
GND	5	-	Massa

Tabella 1: Viene visualizzata la descrizione dei vari pin disponibili nel connettore del PC, soffermandosi nella descrizione e nel nome dello stesso. La tipologia, se ingresso o uscita, è rispettiva ai segnali che escono od entrano dalla/nella porta del PC.

L'RS485 e le caratteristiche elettriche della periferica

Veniamo ora ad analizzare la parte che maggiormente interessa agli hobbisti o addetti ai lavori, affrontando la comunicazione che per distanza e velocità è maggiormente usufruibile in campo amatoriale. Lo standard RS485 originariamente è stato proposto per garantire una comunicazione di 10Mbit/s con distanze comprese di circa 1200 metri. Con lo sviluppo tecnologico moderno, è possibile con i giusti accorgimenti, riuscire a superare tranquillamente i limiti proposti dalle specifiche, aumentando i pacchetti al secondo o raggiungendo anche distanze maggiori.

Come avviene la comunicazione

Lo standard prevede due conduttori (A e B) per l'invio delle informazioni, ma contrariamente a quanto accade nell'RS232 dove il valore del segnale prende come riferimento massa, in RS485 si affronta una comunicazione così detta a differenziale, in cui il segnale digitale è dato dalla differenza di tensione presente nel polo A rispetto al polo B.

Quando il terminale A ha una tensione inferiore a B, in linea è presente un uno logico, mentre quando il terminale A ha una tensione superiore a quella presente in B, si ha in linea uno zero logico. Il sistema in di per se è molto facile, e non richiede conoscenze elevate, ma la sola differenza nel porre le due linee differenziali tra loro per la comunicazione, garantisce delle immunità contro disturbi molto elevate, vediamo perché: mentre nell'RS232 quando un disturbo tende ad alterare il segnale ne aumenta o ne diminuisce il valore rispetto massa, nel caso dell'RS485 ciò anche se accade non genera effetti, in quanto entrambe le linee sarebbero coinvolte dal medesimo disturbo con la medesima ampiezza, ma essendo le due differenziali tra di loro, nel momento dell'analisi tra i due segnali questo verrebbe “liberato” dai valori non voluti. È evidente come nel caso della comunicazione RS232, lavorando con segnali che si aggirano attorno ai 6V con cavo molto lungo e sottoponendo la trasmissione a forti disturbi, non appena si avrà un rumore che riesca ad alterare il segnale di 4V ci si troverà in una condizione di incomprensione nella linea, generando probabilmente false interpretazioni.

Le caratteristiche elettriche e le varie tipologie di connessione

Come accennato all'inizio di questa sezione, lo standard nasce per il controllo e l'invio di dati in linee alle quali sono collegati un numero variabile di postazioni. Ogni ricetrasmettitore presuppone al suo interno un interfaccia d'ingresso ad alta impedenza, per non appesantire il carico della linea stessa.
All'uscita del trasmettitore la differenza di potenziale tra le linee A e B deve essere garantita compresa tra i 4V e i 7V, normalmente un pin si attesta sui 0V e l'altro a 5V.
Il ricevitore deve essere in grado di interpretare correttamente lo stato della linea quando la differenza di potenziale è superiore in modulo a 200 mV.
Il supporto delle linee multi-drop, cioè linee in cui coesistono più ricevitori e trasmettitori sulla stessa coppia di fili, forse è uno dei pregi maggiori del sistema, che con pochi conduttori riesce a garantire una comunicazione efficace tra più dispositivi. Al fine di evitare conflitti è ovviamente necessario che un solo trasmettitore alla volta sia attivo. Questo implica l'uso di trasmettitori che, oltre alle uscite corrispondenti allo zero e all'uno, possano gestire anche un "terzo stato" in cui l'elettronica appare come fisicamente non collegata alla linea: stato detto ad alta impedenza, three-state. I ricevitori possono invece essere tutti attivi contemporaneamente, ed in genere lo sono. Ogni modulo per la comunicazione, oltre a predisporre di un pin per la comunicazione e uno per la ricezione, deve rendere disponibile anche un ingresso di selezione, per poter selezionare la modalità di utilizzo: ricezione o trasmissione.
Per non essere danneggiati in caso di corto circuito permanente in linea, i driver sono opportunamente progettati per erogare una corrente massima di 250mA.
Lo standard originario permette la connessione di massimo 32 ricevitori ma utilizzando integrati a basso assorbimento tale limite può essere abbondantemente superato.

Le differenze nell'impiego e la conversione

Affrontate le varie caratteristiche di entrambe le trasmissioni, si cerca ora di entrare nel merito della vera problematica nell'impiegare tecnologie così differenti, riuscendo a porre l'accento sul reale utilizzo finale e nel valore monetario del sistema stesso.
Perché convertire?
La risposta più ovvia a questa domanda è perché le caratteristiche elettriche sono estremamente differenti, ma a questo punto ci si poteva arrivare anche senza leggere la parte in questione, ma solamente dopo aver analizzato le sezioni precedenti di questo articolo. I due standard sono l'uno l'opposto dell'altro: il primo adotta un riferimento verso massa, il secondo un riferimento differenziale tra due conduttori, uno sfrutta opportuni valori di tensione per l'interpretazione dei dati, l'altro accredita il riconoscimento delle informazioni con una differenza di potenziale minima di 0,2 V in linea. Il concetto è

estremamente differente, ma gran parte di questa diversità può essere imputata agli anni che sono passati dalla realizzazione di RS232 e RS485. Al giorno d'oggi forse meno, ma fino a 5/6 anni fa, quando l'USB era ancora in fase di espansione e non veniva ancora incorporato nei microcontrollori, il modo più facile e più economico per trasferire informazione da computer al proprio circuito in fase di test, era proprio l'interfaccia seriale. A fronte di ciò, tutti i maggiori produttori, predisponevano almeno una porta RS232 nell'hardware in produzione, lasciando ai progettisti la facoltà di dialogare con le periferiche in uso.
Uno dei punti a sfavore di questo standard però veniva dal fatto che le distanze in gioco non potevano essere superiori ai quindici metri, pena l'insorgenza di errori di comunicazione e la successiva incomprensione dei pacchetti in gioco. Venne dunque predisposto un apposito sistema di comunicazione più affidabile nelle lunghe distanze, ma che per ragioni prettamente operative, lasciasse spazio al progettista per la definizione del tipo di comunicazione seriale da usare. Non venivano imposti limiti nella lunghezza dei dati, come non veniva obbligato l'uso di un bit di start e uno di stop: ognuno poteva decidere quanti bit trasmettere, con che velocità e con che preambolo tra un'informazione e l'altra. Ovviamente lo standard, che da ora possiamo definire RS485, venne subito applicato in ambienti ostili, in cui più dispositivi dovevano comunicare tra di loro a distanze considerevoli. Però come tutte le interfacce dell'epoca, essendo progettata per la comunicazione tra stazione e stazione, e non tra stazione e computer, era impossibile irrompere all'intero di una linea così solida mediante l'uso di un PC, a meno che questo non fosse correttamente interfacciato. Nacque quindi la necessità di far dialogare l'RS232, presente nella maggior parte dei PC, con l'RS485, robusto e facilmente implementabile in sistemi con sistemi di comunicazione avanzati.

Un semplice circuito con MAX485 e MAX232

Sono anni ormai che la Maxim, una delle aziende leader nel settore della circuiteria integrata, ha messo a disposizione degli integrati in grado di interpretare e convertire sia l'RS232, che l'RS485, verso TTL. Il circuito a disposizione nello schema, evidenzia la presenza di questi due componenti che permettono il funzionamento del sistema. I componenti sono meno di una manciata, e la realizzazione pratica, fermo restando il controllo delle polarità e la disposizione corretta degli integrati, non dovrebbe risultare complessa.
Il MAX232, partendo da una tensione di alimentazione anche inferiore a quella prevista dalle normative dell'RS232, mediante un apposito circuito a pompa di carica, permette di realizzare tensioni duali interpretabili dal PC, partendo da un segnale da 0V a 5V. L'effetto di pompa di carica avviene tra i condensatori C1 e C2, mediante l'apposito circuito interno all'integrato stesso.
Il MAX485 interpreta segnali TTL trasformandoli in dati compatibili per linee RS485, e quindi ad uso differenziale tra i due conduttori. Le resistenze R6 e R7 sono selezionabili attraverso i jumper JP6 e JP7, e vengono impiegate nelle linee in cui è richiesto un assorbimento minimo di corrente dal sistema, per determinare l'effettivo collegamento dei dispositivi alla linea. La resistenza R3, attivabile mediante il jumper JP5 è la resistenza di fine linea, e permette l'adattamento dell'intero sistema nella linea, in modo da fornire sempre la medesima impedenza.

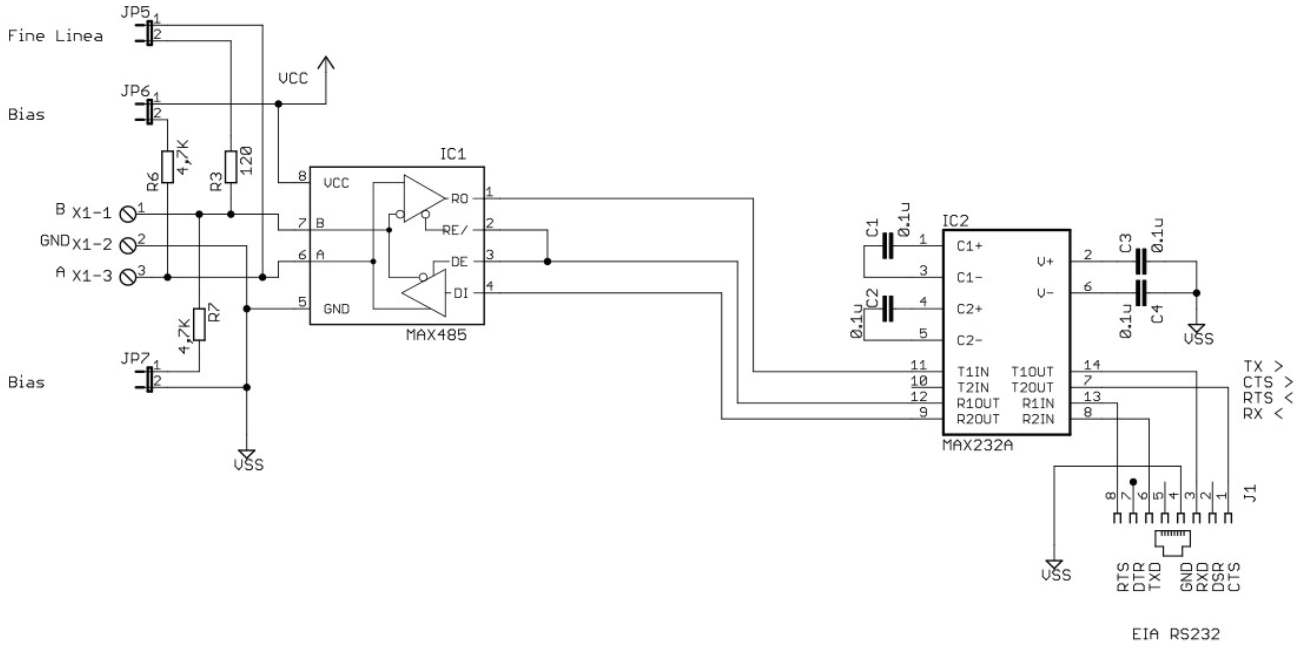


Figura 2: Lo schema elettrico in questione, si vede come i due integrati, MAX232 e MAX485 siano connessi tra di loro, lo scopo è prelevare il segnale in RS232, convertirlo in TTL e trasformarlo nuovamente in RS485.

Il MAX3162 e ISL3330

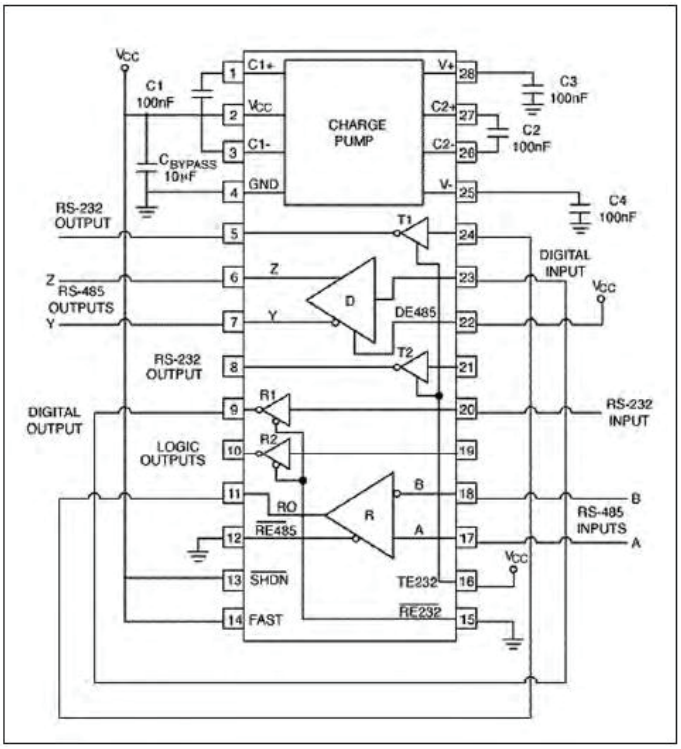


Figura 3: Il MAX3162 svolge la stessa funzione del circuito proposto nell'articolo, raggruppa in un case più contenuto tutte le funzionalità messe a disposizione dai due integrati MAX232 e MAX485.

Sia Maxim che Intersil, rendono disponibile al mercato però un integrato che predispone al suo interno una circuiteria molto simile a quella descritta nel paragrafo precedente. Anche se la didattica vuole la sua parte, spesso la comodità e la semplicità nel connettere pochi

conduttori sono da prediligere nettamente, così che un sistema di comunicazione potrà essere realizzato in maniera più facile e veloce. I componenti richiesti sono pochissimi, 4 condensatori, i medesimi utilizzati anche nel circuito precedente: due per la pompa di carica e due per l'alimentazione in ingresso. Per la gestione dell'integrato, e quindi per comunicare tra i due standard, si avrà la necessità di predisporre di 3 pin nell'RS232 e di 2 pin per l'RS485. In più si potrà però usufruire di un controllo non disponibile ne sul MAX485 e neanche sul MAX232, ma molto utile quando si opera in ambienti a batteria e si punta a risparmiare carica, la funzione shutdown. Non appena portato a livello logico basso questo pin, il circuito si porterà in condizione di risparmio energetico, disabilitando qualsiasi sua porzione interna che consuma energia.

Conclusioni

L'elettronica in generale, e prevalentemente il ramo delle telecomunicazioni ha fatto, e sta facendo, passi da gigante. Ogni passo in qualsiasi direzione coincide con la necessità da parte di appassionati o addetti ai lavori, nel documentarsi, nel studiare come vengano svolte le nuove operazioni da parte dei sistemi in gioco. L'RS232 ormai è datato, ma continuando a possedere una fetta considerevole nel mercato della comunicazione a basso livello tra dispositivi, sarà ancora per lungo tempo fonte di studio e di ricerche da parte del pubblico più esigente. RS485 dal canto suo è un'ottima soluzione per chi ha esigenze particolari, è costretto a lavorare in campo aperto e connettere più punti molto distanti tra loro. L'uno è molto difficile che soppianterà l'altro, ed ecco che imparare a farli coesistere è la scelta migliore.

Bibliografia

http://en.wikipedia.org/wiki/EIA-485
http://en.wikipedia.org/wiki/EIA-232
http://www.airborn.com.au/layout/232to485.html

CONTROLLO MOTORE CON MICRO C2000

Questo articolo descrive come realizzare un controllo di range elettrico utilizzando un circuito elettronico estremamente low-cost. Questa soluzione elimina tutti i problemi che invece presenta una soluzione elettro-meccanica. L'esempio di applicazione è quello di un termostato per fornello elettrico.

Rispetto ai tempi in cui le MCU utilizzavano le semplici commutazioni per realizzare un controllo motore, i tempi sono cambiati cosi come le MCU. Attualmente sul mercati ci sono moltissimi prodotti che consentono di realizzare controlli motore in maniera efficace ed economica. Alla base di tutto l'utilizzo di algoritmi di controllo estremamente complessi che controllano accelerazione, velocità e posizione in maniera estremamente accurata, permettendo di ottenere la massima coppia, efficienza energetica e massima precisione abbassando i costi. In questo articolo ci concentreremo in particolare sulla famiglia di microcontrollori di Texas Instruments, la TMS320C2000, composta da moltissimi prodotti per tutte le tasche e applicazioni, ma soprattutto in grado sulla carta di realizzare qualsiasi tecnica di controllo motore.

Motori ad alte prestazioni

I motori monofase (o universali), i DC a spazzole e gli stepper sono i più utilizzati nelle applicazioni dove sia richiesto l'uso di un motore, principalmente per il loro costo e la semplicità del controllo. Tuttavia per applicazioni dove performance ed efficienza sono un punto chiave, esiste la possibilità di sfruttare meccanismi di controllo più complessi ma più intelligenti che giustificano il passaggio a motori più costosi, come per esempio motori AC trifase ad induzione (ACI), motori DC Brushless (BLDC) e motori sincroni a magneti permanenti (PMSM).
I motori ACI sono estremamente robusti e sono utilizzati nell'industria del bianco, per movimentare pompe, ventole e compressori. In questi motori il flusso dello statore interno è controllato variando la corrente fornita, di conseguenza viene indotto anche il flusso sul rotore (in questo motore non sono presenti magneti). La coppia si determina dall'angolo tra il flusso di rotore e quello di statore. I motori ACI sono di tipo asincrono, i vettori di campo dello statore e del rotore ruotano a velocità differenti. Il loro beneficio maggiore è di offrire un eccellente controllo di velocità e di coppia, un costo relativamente basso se l'applicazione prevede di operare ad elevate velocità. Lo svantaggio principale è la complessità del feedback e del meccanismo di controllo per mantenere una efficienza elevata per velocità variabili o molto basse.
Al contrario i BLDC e i PMSM sono motori sincroni, il flusso di statore è controllato variando la corrente, ma il flusso di rotore viene mantenuto costante da un magnete permanente o da avvolgimenti alimentati in corrente. L'angolo tra i flussi di rotore e statore determina la quantità di coppia generata, e la rotazione del rotore è alla stessa frequenza del campo dello statore. Per i motori sincroni la posizione può essere misurata o stimata per ottenere la sincronizzazione e un controllo ottimale. Per questo il loro impiego ottimale e in sistemi di posizionamento estremamente accurati.
I motori BLDC e PMSM differiscono per il numero di stati utilizzati per controllare la posizione. Un motore BLDC trapezoidale ha sei stati rispetto al controllo continuo richiesto da un PMSM sinusoidale (Figura 1). Più stati abbiamo più il controllo della posizione risulta accurato, più stati di controllo significa più complessità e capacità di pro cessazione necessaria.

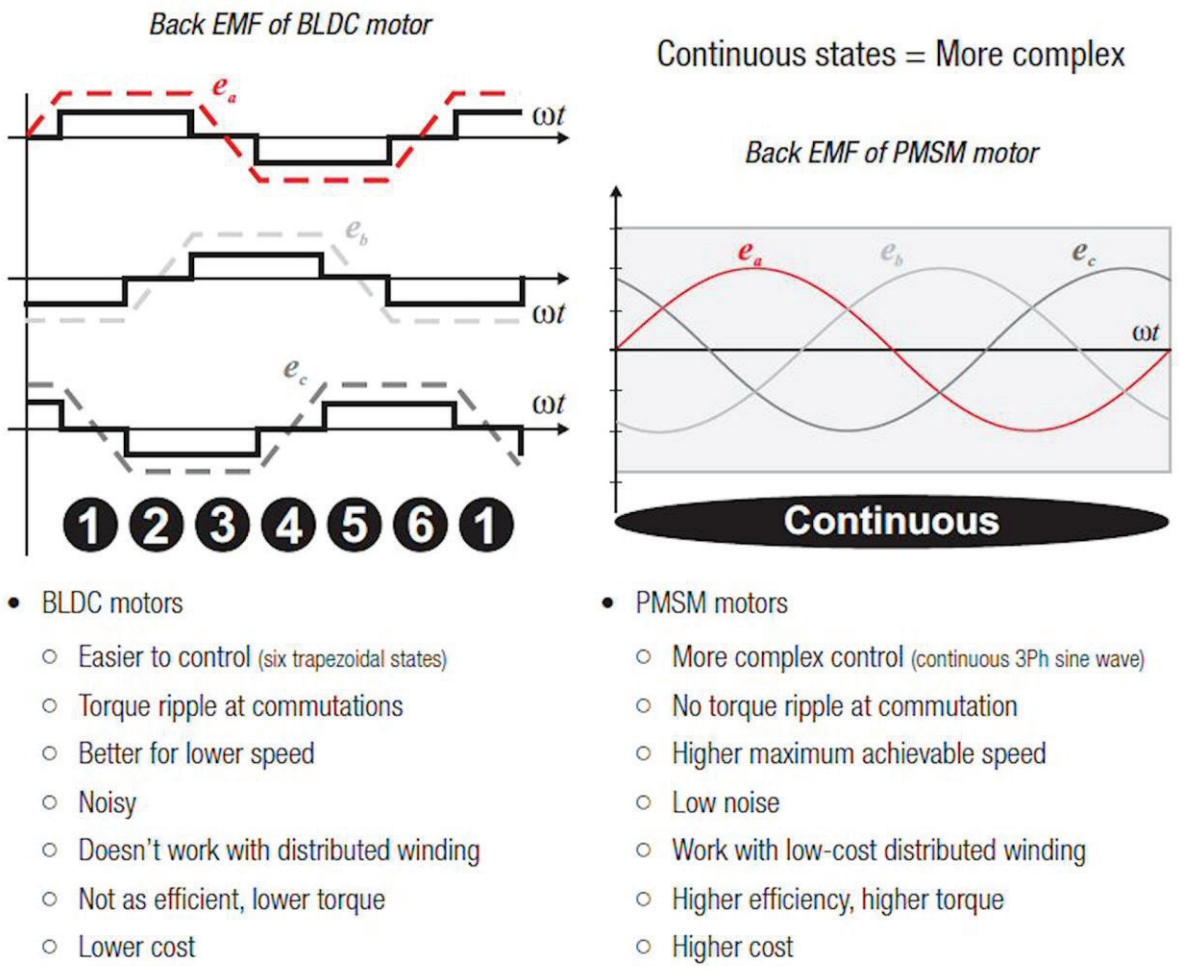


Figura 1: BLDC Vs PMSM.

I BLDC sono ottimali per applicazioni come automazione, trazione, precisione e industria del bianco, dove le coppie richieste sono medie e il controllo deve essere efficiente e affidabile. In più il vantaggio di non avere le spazzole elimina la necessità di manutenzione e riduce le EMI. Su questi prodotti le nuove tecnologie stanno evolvendo fornendo prodotti più economici in grado di erodere settori di mercato ai motori DC a spazzole. Anche applicazioni storicamente destinate ai motori ACI come per esempio il controllo di ventole, stanno passando ai motori BLDC per l'esigenza di velocità variabili o ridotte. Pilotare i motori brushless DC attraverso le commutazioni è piuttosto semplice e consente di risparmiare sul progetto del motore e sull'elettronica di controllo.
I motori PMSM rispetto ai BLDC consentono di ottenere una accuratezza migliore sul controllo di posizione, lavorando a velocità più elevate e coppie maggiori. L'utilizzo è tipico nei settori del controllo della trazione, automazione di precisione, robotica, e per i veicoli ibridi e elettrici. Il vantaggio di utilizzare i PMSM deriva dalla coppia ottenibile e dalle velocità elevate, dal poter lavorare con avvolgimenti dal costo basso e dal basso rumore prodotto. Il metodo di controllo di tipo sinusoidale continuo aiuta sotto l'aspetto del rumore prodotto e della reattività alle variazioni del carico.

Metodi di controllo

Per i motori ACI, il metodo di controllo più popolare è quello scalare detto anche tensione-frequenza poiché richiede un basso costo dell'elettronica e un controllo semplice. La velocità del motore si controlla semplicemente aumentando o diminuendo la frequenza dell'onda sinusoidale utilizzata per pilotare il motore, senza curarsi di controllare corrente e

coppia. Questa tecnica ha delle performance dinamiche abbastanza scadenti, una risposta lenta ai cambiamenti e la possibilità di avere overshoot in corrispondenza del set point. In più la coppia fornita non è efficiente a velocità basse e alte e le perdite interne a bassa velocità disperdono una notevole quantità di energia.

Typical performance comparison between control types	Volts per Hertz control	Field-oriented control
Velocity loop bandwidth in Hz	1 Hz	100 Hz
Minimum speed with full load (RPM)	90	0
Maximum speed with 25% load (RPM)	1.5× base speed	2× base speed
Minimum acceleration time (seconds)	3	0.01
Minimum deceleration time (seconds)	3	0.01
Maximum starting torque (%)	150%	200%
Speed regulation at full load (%)	±3% (base)	±0.01% (set)

Figura 2: Confronto tra il metodo tensione-frequenza e il metodo FOC.

.

Il metodo di controllo ad orientamento di campo (FOC), può essere usato sia per i motori ACI che per i PMSM e permette un ottimo controllo per qualsiasi range di coppia e velocità (figura 2). Il metodo FOC consente di rispondere velocemente ai cambiamenti di set point o di carico e permette di arrivare a controllare anche velocità bassissime. Poiché il metodo prevede un controllo in corrente, l'inverter di potenza può essere ottimizzato riducendo il costo e dimensionando in maniera appropriata il motore in base all'applicazione. Bisogna però considerare che implementare il controllo FOC è più complicato, richiede la misura dell'angolo tra rotore e statore, cosi come il controllo indipendente di flusso e coppia in real time.

Ci sono diversi modi comunemente utilizzati per creare un feedback di misura dell'angolo e della velocità, essenzialmente si distinguono in base all'utilizzo di sensori o meno. L'utilizzo di sensori aumenta il costo e il numero di componenti del sistema, ma sono necessari se si vuole ottenere una precisione elevata. In alternativa i metodi sensorless richiedono del software e delle risorse di processazione per modellare il motore (stimare angolo e velocità) utilizzando solamente le misure real-time di corrente e tensione.

Una volta calcolato o stimato l'angolo e la velocità, l'anello di retroazione è regolato in maniera tale da controllare velocità, posizione/angolo, corrente, flusso e coppia.

Per i motori ACI si possono utilizzare dei tachimetri che producono un onda quadra proporzionale alla velocità. Per i motori PMSM si possono utilizzare degli encoder o dei resolver per tracciare al posizione e calcolare la velocità misurando gli spostamenti nel tempo. Un approccio sensorless richiede invece la misura della tensione delle fasi e della corrente di almeno due su 3 fasi. Una trasformata matematica consente di ricavare l'angolo di fase e successivi calcoli di stimare velocità e flusso modellando lo specifico motore (sliding mode, MRAS, etc…).

Per i motori BLDC si può scegliere tra un controllo trapezoidale o sinusoidale, il primo è il più diffuso per la semplicità e per il basso costo richiesto per l'implementazione. Il metodo sinusoidale offre un miglio controllo della coppia e un minore rumore elettrico. Questo punto non è da sottovalutare poiché l'interferenza elettromagnetica può introdurre instabilità in tutto il sistema e ridurre le performance complessive del prodotto.

Gli sviluppi delle moderne MCU rendono oggi possibile implementare un controllo sinusoidale dove un tempo si utilizzava un controllo trapezoidale, migliorando precisione ed efficienza.

Per entrambi i tipi di controllo, una rete di retroazione è necessaria per controllare

posizione, velocità e, per il controllo di coppia, la corrente. Velocità e posizione possono essere misurati con un sensore o possono essere calcolati controllando la tensione elettromotrice inversa (Back EMF) delle tre fasi per contare la sequenza degli stati e dei giri (posizione), la velocità si ricava dal variare della posizione nel tempo.
La misura di corrente viene solitamente effettuata per questioni di costo e affidabilità è quella di utilizzare uno shunt DC.

Controllo motore con la famiglia C2000

Le MCU della famiglia C2000 possono essere una piattaforma comune che permette di implementare qualsiasi tipologia di controllo motore. Si parte dalla famiglia Piccolo™, entry level, fino alla famiglia Delfino™ che lavora fino a 300MHz in floating point. Quello che questa famiglia offre sono le capacità di un DSP in una architettura da microcontrollore, frequenze operative da 40 a 300 MHz e una serie di feature hardware che consentono di accelerare l'esecuzione del codice, come una MAC da 32x32 bit a singolo ciclo, una pipeline da 8 livelli e altre funzioni tipiche dei DSP. Come opzioni si può avere una unità floating point o un Control Law Accelerator per processare in maniera parallela senza pesare sulla CPU un anello di retroazione di tipo FOC, per esempio.
La famiglia C2000 offre un sistema di interrupt flessibile e dalla risposta rapida e la possibilità di eseguire il debug real time in maniera non intrusiva, grazie all'integrazione della feature nel silicio. Questo aspetto non è da trascurare, infatti quando il codice si ferma ad un breakpoint anche l'anello di retroazione si interrompe smettendo di pilotare il motore. Gli sviluppatori devono quindi utilizzare un debug monitor che lavora in parallelo al controllo motore e il cui codice viene poi rimosso al momento del rilascio del prodotto. Questo problema è superato per la famiglia C2000 grazie al circuito di Real-time Debug integrato che permette agli sviluppatori l'accesso diretto alle risorse interne della MCU. In particolare si possono interrompere le parti non critiche del codice e accedere a memoria e registri mentre gli interrupt real-time continuano ad essere gestiti, inoltre la realizzazione hardware non impiega risorse della CPU, rendendo il sistema non intrusivo.
Per i vari prodotti della famiglia esiste un corredo di periferiche molto vasto, composto da ADC ad elevate prestazioni, PWM, interfacce sensore integrate, e le interfacce di comunicazione più diffuse (CAN, LIN, SPI, I2C e UART).

Software per il design

L'ambiente di sviluppo software per la famiglia C2000 si chiama ControlSUITE ed è stato studiato per minimizzare i tempi di sviluppo. Include driver di periferica, API, utilità e librerie utilizzate per gli esempi e per la costruzione di frame work di sistema su hardware open source.
Uno dei componenti della ControlSUITE è la libreria DMC (Digital Motor Control) e i relativi esempi. Questa libreria è composta da funzioni rappresentate come blocchi, i vari blocchi sono raggruppati in categorie, ci sono trasformate e stime (Clarke, Park, Sliding Mode Observer, Phase Voltage Calculation, and Resolver, Flux, Speed Calculators, Estimators) , controllo (Signal Generation, PID, BEMF Commutation, Space Vector Generation) e infine driver di periferica (PWM, ADC, motor-sensor interfaces). Ogni blocco è una macro software modulare con ingressi e uscite variabili, il tutto documentato con sorgenti, utilizzo e teoria.
Negli esempi forniti da TI si va semplicemente ad inizializzare le variabili di libreria e le uscite di un blocco sono poste in ingresso al successivo. A run time le funzioni dei vari blocchi sono chiamate in ordine. Questo permette anche di costruire il controllo in maniera incrementale, verificando ogni singola sezione dell'applicativo.

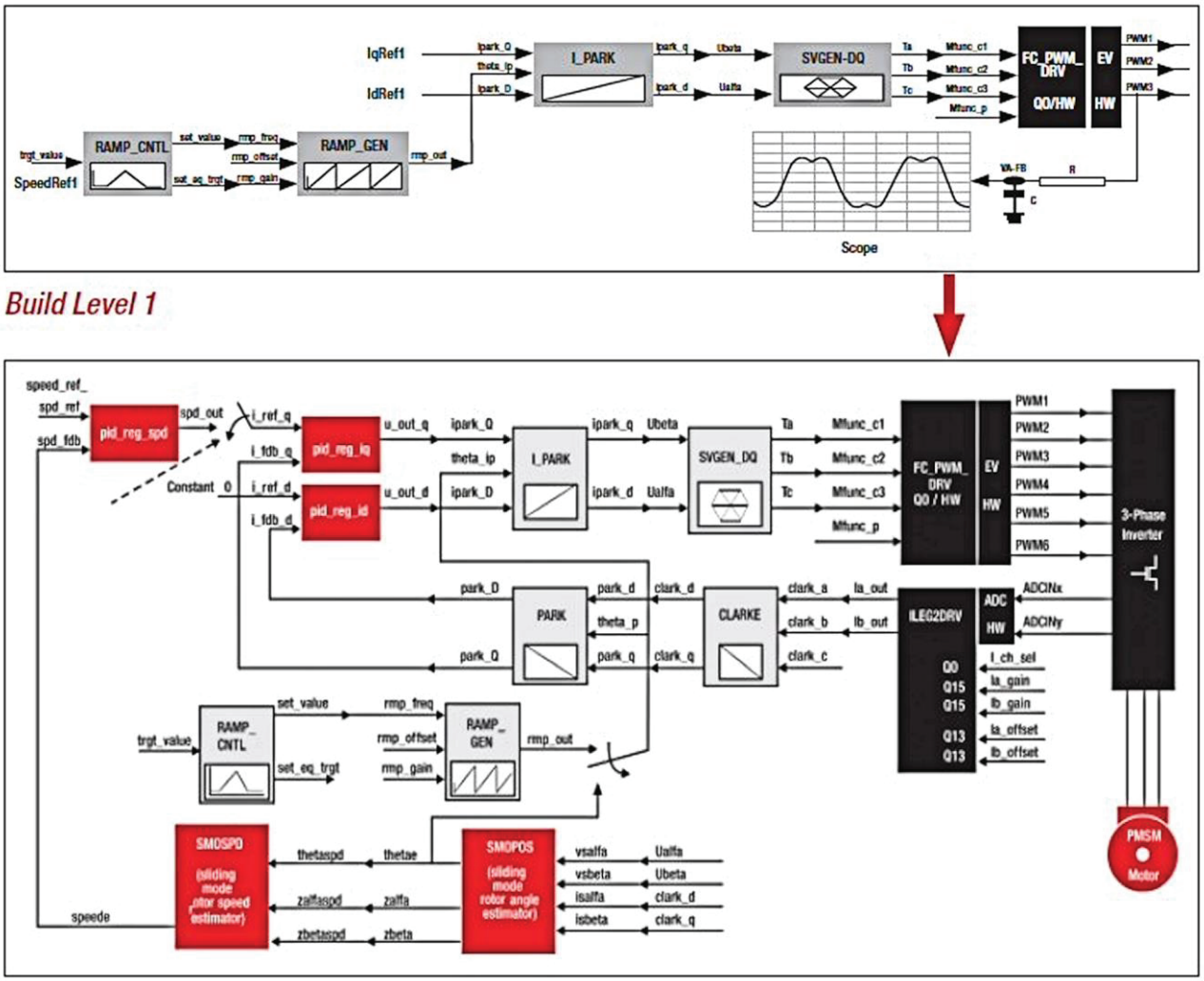


Figura 3: Passo 1 e passo 5 per lo sviluppo di un sistema FOC sensorless per motore PMSM

Per esempio in figura 3 si può vedere un sistema FOC sensorless per motore PMSM. In un primo step si utilizza un segnale simulato e si verifica se la trasformata inversa di Park, i vettori e i driver PWM producono la corretta forma d'onda. Nel secondo step si verifica la conversione ADC, il calcolo della fase della tensione e le trasformate di Park e Clark. Al passo 3 si verifica l'anello di retroazione PID per la corrente e al passo 4 si verifica lo Sliding Mode Observer e la stima della velocità. Infine al passo 5 si verifica l'anello di retroazione PID per il controllo di velocità.

TI per semplificare il progetto di algoritmi complessi mette a disposizione anche la potentissima libreria IQMath per la quale si può selezionare il range numerico e la risoluzione selezionando quali bit della rappresentazione sono interi (I) e quali sono Quozionete (Q). Quando si utilizza una MCU fixed point è lo sviluppatore a diventare responsabile della gestione del punto decimale. Se per vari motivi, come per esempio il cambio di piattaforma, potrebbe rendersi necessario spostare il punto digitale per aggiustare il range, sarà la libreria a gestire il tutto, facilitando anche il passaggio da fixed point a floating point se necessario.

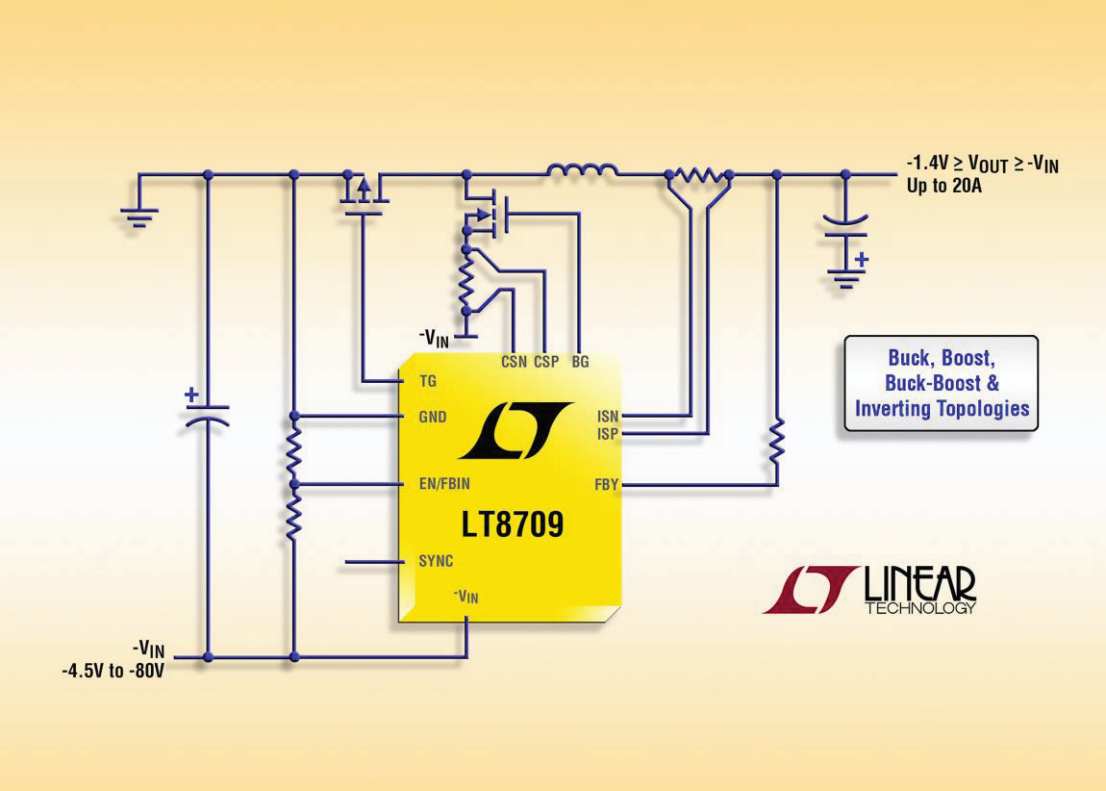
Conclusioni

L'implementazione di tecniche di controllo motore complesse richiede operazioni matematiche complicate, da questo punto di vista i dispositivi C2000 eseguono queste

operazioni in maniera estremamente veloce, lasciando spazio alle altre funzioni da eseguire. Questa particolarità permette di scrivere anche un codice modulare che, seppur non il massimo dal punto di vista delle performance (compensate dall'hardware), potrebbe avere il vantaggio della portabilità e del riutilizzo. Il tempo risparmiato nella pro cessazione potrebbe essere utilizzato per implementare altre funzionalità significative per l'applicazione, come per esempio la correzione del fattore di potenza (PFC), anziché demandarlo ad un chip dedicato lo si può realizzare direttamente con la MCU principale, risparmiando spazio e denaro.
Inoltre non bisogna dimenticare che i vari prodotti della famiglia sono compatibili a livello di codice, in questo modo anche investimenti a lungo termine sul codice a beneficio del riutilizzo e trasversali a più progetti di controllo motore potrebbero risultare una scelta intelligente.

NEWS

Controller DC/DC sincrono buck-boost/inverter con ingressi negativi



Linear Technology Corporation annuncia l'LT8709, un controllore PWM sincrono per la conversione DC/DC negativa-negativa o negativa-positiva. L'LT8709 risolve in modo eccellente il problema della regolazione di una tensione negativa rispetto alla massa del sistema, senza ricorrere a complicati circuiti di spostamento di livello. Il funzionamento sincrono del dispositivo significa che il diodo di uscita viene sostituito da un MOSFET a canale P ad alta efficienza, aumentando così il rendimento, consentendo correnti di uscita più elevate (fino a 20A) ed eliminando il dissipatore di calore in genere richiesto nelle applicazioni a media ed alta potenza. L'LT8709 può essere configurato nelle topologie buck, boost, buck-boost e inverter, cosa che rende il dispositivo molto versatile per un'ampia gamma di alimentatori.
L'LT8709 funziona su un range di tensioni di ingresso da –4,5V a –80V e produce una tensione di uscita da –0,1V a 60V o da –1,4V a –80V. Il monitoraggio e il controllo della corrente di uscita rail-to-rail consentono di configurare l'LT8709 come generatore di corrente. L'LT8709 presenta un innovativo circuito con pin EN/FBIN per segnali di ingresso variabili e una funzione di blocco regolabile della sottotensione. Questo pin inoltre viene utilizzato anche per regolare la tensione di ingresso ed evitare la caduta di una fonte di ingresso ad alta impedenza.
La frequenza operativa fissa può essere selezionata da 100kHz a 750kHz oppure sincronizzata su un clock esterno. Il controllo in current mode fornisce un'eccellente regolazione della linea e del carico. L'LT8709 è configurabile per le modalità forzata continua o a saltod'impulsi in condizioni di carico leggero. Altre funzioni includono un indicatore power good, lo spegnimento termico e un circuito soft-start integrato.

Per informazioni: www.linear.com/product/LT8709

Cree presenta i LED Extreme High Power che riducono i costi di sistema

Cree, Inc. ha annunciato la disponibilità commerciale dei LED XLamp Extreme High Power (XHP), una nuova classe di LED che consentono una riduzione dei costi di sistema fino al 40% per le applicazioni di illuminazione. Questi LED (XLamp XHP50 e XHP70), alimentati dalla rivoluzionaria SC5 Technology Platform di Cree, forniscono il doppio del flusso luminoso e una maggiore affidabilità rispetto ai precedenti LED della stessa dimensione. Questa innovativa tecnologia sarà di grande supporto ai produttori di illuminazione. "La nuova tecnologia di Cree offre un valore aggiunto rispetto agli altri produttori di LED. Le prestazioni rivoluzionarie di XHP LED consentono nuove possibilità di design e costi di sistema notevolmente più bassi", ha commentato Nate Heiking, Product Manager di Kenall Lighting. "Siamo certi che la nuova classe di LED Cree Extreme High Power accelererà l'adozione di soluzioni a LED".

I LED XHP consentono ai produttori di illuminazione di ridurre drasticamente le dimensioni e il costo di progettazione del sistema, utilizzando meno LED ma molto più affidabili per ottenere la stessa luminosità. I LED XHP consentono nuovi design che richiedono un numero inferiore di ottiche secondarie, PCB e housing più piccoli. I LED XHP offrono, inoltre, una durata maggiore anche a temperature di funzionamento e correnti più elevate rispetto alle precedenti tecnologie a LED, consentendo ai produttori di illuminazione di ridurre le dimensioni degli apparati di dissipazione e dei relativi costi senza impattare sulla durata nominale.

Inoltre, i LED XHP consentono altre riduzioni di costo non raggiungibili con altre soluzioni a LED; ad esempio, per corpi illuminarti stradali, oltre al risparmio energetico, I LED XHP facilitano la realizzazione di un apparecchio più piccolo e leggero, che richiede un palo meno costoso. Questi ingenti risparmi possono essere estesi anche ad altre applicazioni tra cui proiettori da binario, stadi e apparecchi per illuminazione industriale. "I nuovi LED Extreme High Power di Cree confermano la nostra convinzione: i LED ad alta potenza saranno le sorgenti che condurranno il settore verso la prossima generazione di progetti di sistemi di illuminazione", ha commentato Dave Emerson, Vice President e General Manager di Cree LED. "Sfruttando la nostra innovativa piattaforma SC5 Technology™, i nuovi LED XHP offrono non solo prestazioni eccezionali, ma consentono anche fino al 40% di riduzione dei costi di sistema".

Essendo i primi LED a incorporare la piattaforma SC5 Technology, i LED XHP introducono miglioramenti significativi in termini di emissione luminosa, consistenza di colore e flessibilità di progettazione. I LED XLamp XHP50 e XHP70 offrono fino a 2546 lumen a 19 watt in una piattaforma da 5,0 x 5,0 millimetri e fino a 4022 lumen a 32 watt e una piattaforma da 7,0 x 7,0 millimetri. Attraverso miglioramenti nel processo di conversione della luce, Cree ha ridotto le variazioni di colore tra LED a LED e, tra le altre opzioni, i LED XHP offrono selezioni 2-step e 3-step EasyWhite nella gamma da 2700K a 3500K con CRI 80 e 90. I LED XHP introducono un nuovo package, che consente ai produttori di scegliere configurazioni da 6 V o 12 V dallo stesso LED attraverso la progettazione del PCB.

Per informazioni sui LED XHP: www.cree.com/xhp

Per informazioni sulla piattaforma SC5 Technology: www.cree.com/sc5

Toshiba presenta il nuovo sistema di alimentazione wireless da 10 watt

Examples of Combining Transmitter and Receiver

Transmitter \ Receiver	WPC LP v1.1 standard (~5W)	TC7765WBG
WPC LP v1.1 standard	**Suitable** Power supply is executed in 5W mode compliant with the WPC Qi standard LP v1.1.	**Conditional** Depending on the capability of the transmission side, power management is necessary on the receiving side.
TB6865AFG Enhanced Version	**Suitable** Power supply is executed in 5W mode compliant with the WPC Qi standard LP v1.1.	**Suitable** Integrating a module with TC7765WBG allows the system to support over 5W (12W maximum).

Toshiba Electronics Europe ha annunciato il lancio di due moduli wireless, il ricevitore TC7765WBG e il trasmettitore TB6865AFG Enhanced Version, che realizzano un sistema di alimentazione wireless da 10 watt utilizzabile per la ricarica di smartphone, tablet e accessori di telefonia mobile; i due chip sono compatibili con lo standard Qi Low Power Specifications versione 1.1, definita dall'associazione Wireless Power Consortium (WPC).
L'utilizzo crescente di alimentatori wireless per la ricarica di dispositivi portatili come smartphone, tablet e i relativi accessori richiede una maggiore disponibilità di sistemi più potenti in grado di abbreviare i tempi di ricarica.
Il nuovo ricevitore integrato TC7765WBG permette di aumentare la potenza erogata, portando la tensione in uscita da 5 V a 7-12 V con una corrente di 1 A. Il trasmettitore integrato, TB6865AFG Enhanced Version, permette di ottenere un sistema di alimentazione wireless da 10 watt basato su una nuova configurazione circuitale periferica e su un nuovo software.
Il dispositivo TC7765WBG comprende al suo interno un circuito logico di autentica del protocollo per il controllo dell'alimentazione, eliminando la necessità di sviluppare software da parte dei costruttori di sistemi. Il dispositivo TB6865AFG Enhanced Version supporta inoltre il software necessario per un'alimentazione a più alta potenza, permettendo ai costruttori di integrare facilmente alimentatori da 10 watt nei propri sistemi e di ridurre i tempi di sviluppo.
La distribuzione dei campioni avrà inizio a fine mese, mentre l'inizio della produzione di massa è previsto per giugno 2015.

Per informazioni: www.toshiba.semicon-storage.com

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

Hanno collaborato in questo numero:
Alberto Trasimeni, Massimiliano Miocchi,
Massimiliano Anticoli.

Direzione Redazione
INWARE srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 -Fax 02.42101817
info@inwaredizioni.it - www.inwaredizioni.it

Redazione:
fe@inwaredizioni.it

Pubblicitá per l'Italia
Agostino Simone
Tel. 347 2230684
media@inwaredizioni.it

Europe and Americas
Elisabetta Rossi
Tel. +39 328 3245956
international@inwaredizioni.it

Asia
Cybermedia Communications Inc.
asia@inwaredizioni.it

Rest of the world
Inware Edizioni srl
Tel. +39 02 66504794
info@inwaredizioni.it

Ufficio Abbonamenti
INWARE srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione
o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504794 - Fax 02. 42101817
L'ufficio abbonamenti è disponibile
telefonicamente dal lunedì al venerdì
dalle 14,30 alle 17,30.

Autorizzazione alla pubblicazione
Tribunale di Milano n. 647 del 17/11/2003

© Copyright
Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati.
Manoscritti, disegni e fotografie sono di proprietà di Inware srl. È vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

fare elettronica